

การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

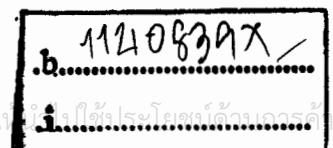
A DEVELOPMENT OF THE BASIC INTERFACE
MICROCONTROLLER MCS-51 TRAINING SET



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51905
วัน,เดือน,ปี 4 ต.ค. 2547

พ.ศ. 2547
ISBN 974-9680-32-4



ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A DEVELOPMENT OF THE BASIC INTERFACE
MICROCONTROLLER MCS-51 TRAINING SET**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION IN
ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2004

ISBN 974-9680-32-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

นักศึกษา

นายสุนทร ก้องสินธุ

รหัสประจำตัว

44064606

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2547

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.สมศักดิ์ มิตะดา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พร้อมทั้งหาคุณภาพ จากความเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ครูอาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มภาคกลาง สังกัดกรมอาชีวศึกษา จำนวน 14 วิทยาลัย 14 ท่าน โดยวิธีการกำหนดวิทยาลัยละ 1 ท่าน ที่ทำการสอนในวิชาไมโครโปรเซสเซอร์

การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 นี้มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้โดยเริ่มต้นกำหนดหัวข้อใบงานการทดลองและรูปแบบผังทดลอง หลังจากนั้นออกแบบและสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 (เครื่องต้นแบบ) ซึ่งประกอบด้วย ชุดผังทดลองจำนวน 15 บอร์ด ต่อมาสร้างใบงานการทดลองพร้อมคำถามท้ายใบงานการทดลองจำนวน 16 ใบงาน และสุดท้ายสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อ 2 ด้านคือ ทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แล้วนำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ใบงานการทดลองและแบบประเมินคุณภาพที่สร้างเสร็จไปให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบ หลังจากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ แล้วนำข้อมูลที่แก้ไขแล้วไปให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบอีกครั้ง ต่อจากนั้นนำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ใบงานการทดลองและแบบประเมินคุณภาพเสนอต่อกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินหาคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทั้งทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านเนื้อหาในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 0.46 และมีคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Development of the Basic Interface Microcontroller MCS-51 Training Set
Student	Mr.Soonthorn Kongsintu
Student ID.	44064606
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Electrical Communications Engineering
Year	2004
Thesis Advisor	Assist.Prof. Dr. Surasit Ratree
Thesis Co-Advisor	Assoc.Prof. Somsak Mitatha

ABSTRACT

The purposes of this research were to design and develop the basic interface microcontroller MCS-51 training set. The set was evaluated by the sample to find their quality. The sample of this research were fourteen Electronics teachers from fourteen technical colleges located in the middle region under the Vocational Education Commission, which of them have taught microprocessor subject.

The procedures of developing the basic interface microcontroller MCS-51 training set were as follows. At first, the job sheet topics and the patterns for experiment were assigned. Later on, this training set was designed and developed as the model, which consisted of 15 experimental boards. Next, 16 job sheets together with the questions for the experiment were constructed. Then, two quality evaluation forms focused on two aspects which were the content and the Media production methodology were developed. After that, these four elements were presented to the advisor, the co-advisor, and the experts to verify their qualifications. Following this, these four elements were improved by the researcher according to the recommendations. Following that, the improved training set, the job sheets, and the two evaluation forms were verified again by the advisor and the co-advisor. Finally, the training set, the job sheets, and two evaluation forms were presented to the sample for overall evaluation.

The research result showed that the basic interface microcontroller MCS-51 training set gained the content quality in a good level with the mean of 4.36, and the standard deviation of 0.46. And the technical quality of teaching and learning media production was in a very good

level with the mean of 4.56, and the standard deviation of 0.45. These research results, both the content quality and the technical quality, were correspondent to the research hypothesis.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะความกรุณาของท่านอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.สมศักดิ์ มิตะดา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขปัญหา ตลอดจนเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจึงจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ผศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ นายนิมิตร อมฤทธิวาท และ ดร.ศิริพรรณ ชุมชุม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำข้อคิดและชี้แนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ประสบการณ์ และความเมตตา เสมอมา

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณา ตรวจ แก้ไข ปรับปรุง ให้ข้อเสนอแนะ และตอบแบบประเมิน

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคต่างๆของกลุ่มภาคกลาง ตลอดจนครู-อาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิคต่างๆของกลุ่มภาคกลางที่กรุณาตรวจ แก้ไข ปรับปรุง ให้ข้อเสนอแนะตอบแบบประเมิน

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนๆ พี่ๆ ตลอดจนน้องๆ ทุกคน ที่คอยให้ความสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จด้วยดี

สุดท้ายนี้ คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ปู่ ย่า ตา ยาย ญาติพี่น้อง และครู-อาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพอย่างสูงยิ่ง

สุนทร ก้องสินธุ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 การวิจัยเชิงทดลอง.....	7
2.2 หลักการเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	10
2.3 การออกแบบวงจรและการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดฝึก.....	15
2.4 การเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติ.....	18
2.5 การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน.....	20
2.6 วิธีการสร้างชุดฝึกและใบงานการทดลอง.....	25
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	28
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	28
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	39
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	39
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	40
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	49
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	49
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	54
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	56
บรรณานุกรม.....	58
ภาคผนวก.....	60
ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ.....	60
ภาคผนวก ข. ใบงานการทดลอง.....	69
ภาคผนวก ค. คู่มือการใช้งาน.....	224
ภาคผนวก ง. ดัชนีความสอดคล้อง.....	239
ประวัติผู้เขียน.....	244

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หน้าที่พิเศษของแต่ละขาของพอร์ท P3	14
3.1 รายชื่อวิทยาลัยเทคนิคกลุ่มภาคกลาง ที่ทำการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.).....	29
4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างด้านเนื้อหา ใบบางการทดลองที่ 1-4.....	42
4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างด้านเนื้อหา ใบบางการทดลองที่ 5-8.....	43
4.3 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างด้านเนื้อหา ใบบางการทดลองที่ 9-12.....	44
4.4 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างด้านเนื้อหา ใบบางการทดลองที่ 13-16.....	45
4.5 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	48



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	11
2.2 การจัดตำแหน่งขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	15
3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	30
3.2 แผงการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	31
3.3 ภาพก่อนการปรับปรุงชุดฝึก.....	33
3.4 ภาพหลังการปรับปรุงชุดฝึก.....	34
3.5 แผนผังขั้นตอนการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51.....	35
3.6 แผนผังขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติการพื้นฐานไมโคร คอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51.....	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้มนุษย์สามารถปรับเปลี่ยนวิถีการดำเนินชีวิตได้ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่าการศึกษเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง สิ่งแวดล้อม รวมถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ ดังนั้นการจัดการศึกษาให้แก่ประชาชนได้อย่างทั่วถึง จึงเป็นการวางรากฐานการพัฒนาประเทศให้มั่นคง เพื่ก้าวไปสู่ความเจริญก้าวหน้าตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามการศึกษามีใช่เป็นการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างเดียวเท่านั้น หากเป็นการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคิดเพื่อการแก้ปัญหาและเพื่อเกิดความคิดสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ. 2542 : 17) การศึกษาจึงเป็นกระบวนการที่ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และต้องปรับปรุงอยู่เสมอ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

การจัดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษา มีเป้าหมายที่สำคัญอยู่ที่การฝึกทักษะวิชาชีพอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จึงจะมีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนภาคปฏิบัติก็เป็นวิธีการสอนอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาทางด้านทฤษฎีที่ได้เรียนมาแล้ว โดยมีการฝึกทดลอง ปฏิบัติ เพื่อให้เกิดทักษะและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษาในทุกสาขาวิชา จึงจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติอย่างเหมาะสม และนอกจากนั้นในการจัดหลักสูตรการศึกษาจะต้องจัดให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้า ทันต่อสถานการณ์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน (สุชาติ วงศ์พันธ์. 2542 : 2)

การดำเนินการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรนั้นๆ ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีการฝึกปฏิบัติ และทดลองจริงจำเป็นต้องมีชุดฝึก ชุดสาธิต ชุดปฏิบัติการ ใบงาน และสื่อการเรียนการสอนต่างๆ ที่เหมาะสมตามรายวิชานั้นๆ อย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่การลงทุนในการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษามีต้นทุนที่สูงมาก ทั้งโรงฝึกงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ก็มีราคาแพงและหายาก (สมศักดิ์ กระจายศรี. 2541 : 1) ทั้งยังต้องนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในวิชาชีพ ประสบการณ์ และทักษะฝีมือให้เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน

วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นวิชาหนึ่งที่มีการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยเริ่มสอนตั้งแต่ ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล Z80 ซึ่งเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต จนปัจจุบันไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล Z80 ยังเป็นที่นิยมสอนอยู่ แต่ในขณะเดียวกันไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ตระกูล MCS-51 ของบริษัท INTEL ก็เริ่มเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มามีบทบาทที่สำคัญต่อการศึกษา และการนำไปประยุกต์ใช้งานอุตสาหกรรม ดังจะเห็นได้จาก โรงงานหลาย ๆ แห่ง ปัจจุบันจึงได้ปรับเปลี่ยนให้มีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ให้กับนักศึกษาด้วย เหตุผลประการสำคัญที่ต้องศึกษา ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ได้เข้ามามีบทบาท อย่างรวดเร็ว มีการนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 นี้มี ขอบเขตและความสามารถสูงกว่าไมโครโปรเซสเซอร์ธรรมดาทั่วไป นักวิชาการต่างๆของบริษัท ผู้ผลิตให้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ว่า มี ปัญหาและข้อจำกัดของการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์จึงได้หันมาพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นใหม่ ซึ่งมีอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นในการทำงานรวมอยู่ในชิปจึงมีชื่อเรียกทั่วไปว่า “ไมโคร คอนโทรลเลอร์” (ประเมษฐ์ ประณายนันท์ : 2538)

เนื่องจากผู้วิจัยทำการสอนในรายวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ ที่วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ประสบ ปัญหาทางด้านการเรียนการสอน คือชุดฝึก ชุดปฏิบัติการ หรือ ชุดสาธิตส่วนใหญ่จะเป็น ชุดสำเร็จเน้นในการเขียนซอฟต์แวร์เกี่ยวกับคำสั่งต่างๆของชิพ จึงทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่เข้าใจใน โครงสร้างสถาปัตยกรรมไม่ชัดเจนโดยเฉพาะ การใช้ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการ เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก ทำให้นักศึกษาการเริ่มต้นในการเรียนไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับการ เขียนโปรแกรมได้ยากส่งผลถึงการเข้าใจภาษาแอสเซมบลีในไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ในการติดต่อ กับหน่วยความจำภายในและภายนอก ทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์เกี่ยวกับการ เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆที่จะต้องมีการใช้วงจรอื่นๆเสริม จากการวัดผลและประเมินผลในปีการ ศึกษา 2544 และ 2545 พบว่ามีนักศึกษาที่มีความรู้ความเข้าใจจากการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ ที่สามารถดัดแปลงนำไปใช้ประโยชน์ได้ และที่ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้มีร้อยละ 60 (อ้างอิง ในวิทยาลัยเทคนิคมินบุรี : 2544-2545)

ผู้วิจัยจึงคิดพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยมุ่งหวังให้นักศึกษามีความสนใจและสนใจที่ต่อการจะเรียนรู้ และศึกษาการทำงานของไมโคร คอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ในการแก้ไขปัญหาด้านฮาร์ดแวร์เกี่ยวกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆที่ จะต้องมีการใช้วงจรอื่นๆเสริม สถาปัตยกรรมของการใช้งานชุดคำสั่งต่างๆ การเชื่อมต่อกับหน่วย ความจำภายในและภายนอก เพื่อช่วยเพิ่มทักษะการเขียนโปรแกรมให้กับผู้เรียนในการนำไป ประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือในงานการควบคุมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มี การประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางและมีราคาถูกกว่าไมโคร คอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นๆ จึงเหมาะสำหรับนักศึกษาที่จะเรียนรู้ และทดลองเขียนโปรแกรมควบ คุม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51
2. เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานง่ายเหมาะแก่การเรียนการสอน และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปหรือมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผู้วิจัยกำหนด ขั้นตอนการสร้างและออกแบบชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เพื่อให้ได้คุณภาพตามแบบมาตรฐานการเรียนรู้ โดยดัดแปลงมาจากขบวนการเรียนการสอนของกาเบ่ (Gagne') ซึ่งมีจำนวน 9 ประเด็น อ้างใน (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เทาหงส์แสง. 2541 :41-48) โดยผู้วิจัยได้ดัดแปลงนำมาใช้เป็นกรอบแนวความคิดในการสร้างชุดฝึก จำนวน 7 ประเด็น คือ

- 1.4.1 การดึงดูดความสนใจ (Gain Attention) เพื่อกระตุ้น และสนใจผู้เรียน
- 1.4.2 การบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective) ในการเรียนรู้ชุดฝึกปฏิบัติการให้ผู้เรียนได้ทราบล่วงหน้า
- 1.4.3 การเสนอเนื้อหาใหม่ (New Presentation) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองนอกเหนือจากที่เคยทำมาแล้ว
- 1.4.4 ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่
- 1.4.5 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) เพื่อให้ผู้เรียน ได้ศึกษาร่วมกระทำกิจกรรมและลักษณะรูปแบบคำสั่งต่างๆ
- 1.4.6 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการดึงดูดความสนใจแก่ผู้เรียน
- 1.4.7 การจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer) เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน และสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากร และกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูอาจารย์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มภาคกลาง สังกัดกรมอาชีวศึกษา ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้งาน ไมโคร โปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน14 วิทยาลัย (กรมอาชีวศึกษา. 2543)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูอาจารย์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มภาคกลาง สังกัดกรมอาชีวศึกษา จำนวน14 วิทยาลัย (กรมอาชีวศึกษา. 2543) โดยผู้วิจัยใช้วิธีการกำหนดวิทยาลัยละ 1 ท่าน ที่ทำการสอนในวิชาไมโคร โปรเซสเซอร์

1.5.2 ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยบอร์ดการทดลองต่างๆที่จะทำการพัฒนาขึ้นมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. บอร์ด CPU 89C55 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51
2. บอร์ด ROM 27256
3. บอร์ด RAM 62256
4. บอร์ดอินพุตและเอาต์พุต (PORT I/O 8255)
5. บอร์ด RS-232 communication,Loud speaker
6. บอร์ดแหล่งจ่าย $\pm 5V$ และ $\pm 12V$
7. บอร์ดแสดงผลตัวเลข 7 หลัก common cathode and common anode
8. บอร์ด8 และ 4-dip switch ,DB9and DB25
9. บอร์ด16-LED ,and RESISTOR
10. บอร์ดคีย์บอร์ดแบบเมตริกซ์4*6 ,DC MOTOR and STEPPING MOTOR
11. บอร์ด Crystal and RESET
12. บอร์ดสื่อสารข้อมูลอนุกรม
13. บอร์ด LATCH 74HC573 , DECODER 74HC145
14. บอร์ด PALCE 16V8
15. บอร์ด TRANSISTOR NPN and PNP

1.5.3 ใบบงานการทดลองชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยใบบงานการทดลองต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเชื่อมต่อตามวงจรและการใช้งานชุดฝึก
2. รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
3. การอ้างตำแหน่งและการโอนย้ายข้อมูล
4. คำสั่งทางคณิตศาสตร์
5. คำสั่งการกระโดดและเรียกโปรแกรมย่อย
6. คำสั่งทางลอจิก
7. การเชื่อมต่อพอร์ต LED
8. การเชื่อมต่อกับสวิทช์
9. การใช้งานแบบบิต(BOOLEAN)
10. การขยายพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต
11. การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED 7 SEGMENTS
12. การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED DOT MATRIX
13. การเชื่อมต่อพอร์ตกับสวิทช์แบบเมตริกซ์
14. การใช้งานอินเตอร์รัพต์
15. การใช้งานตัวตั้งเวลา/ตัวนับ
16. การใช้งานพอร์ตอนุกรม

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้คือ

1. ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน หมายถึง ชุดแผงทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยบอร์ดพื้นฐานจำนวน 15 บอร์ด และใบงานการทดลองพร้อมคำถามท้ายใบงานการทดลอง

2. ชุดแผงทดลอง หมายถึง แผงทดลองแต่ละบอร์ดที่ประกอบจาก แผ่นอะครีลิก แผ่นวงจรเนกประสงค์ แผ่นวงจรพิมพ์ สายไฟต่อ อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ สายสัญญาณ หัวต่ออุปกรณ์ ทำหน้าที่ตามวงจรที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบไว้ในแต่ละบอร์ด

3. ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสารที่ใช้อธิบายรายละเอียดและขั้นตอนการทดลองของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยให้บันทึกค่าการทดลองและสรุปผลการทดลองที่ได้จากการทดลองชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้ ความถนัด ทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการตรวจสอบชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51

5. ครูอาจารย์ หมายถึง อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการสอนในวิชา ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดมหาวิทยาลัยละ 1 ท่านเพื่อทำการประเมินคุณภาพ ของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

6. คุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน หมายถึง ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมิน ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานง่าย เหมาะแก่การเรียนการสอน ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินคุณภาพ โดยแบ่งระดับความเห็นออกเป็น 5 ระดับคือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 นี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนนักศึกษาที่มีความสนใจต้องการเรียนรู้การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 การวิจัยเชิงทดลอง
- 2.2 หลักการเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51
- 2.3 การออกแบบและการสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดฝึก
- 2.4 การเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติ
- 2.5 การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน
- 2.6 วิธีการสร้างชุดฝึกและใบงานการทดลอง
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิจัยเชิงทดลอง

วีรพันธ์ ดิฉันเสน (2538 : 45) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงทดลอง เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือ เมื่อผู้วิจัยมี ปัญหา ที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติฐานจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ว่า มีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหา ที่จำเป็นให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลอง
5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมทุกอย่าง ให้คงที่
6. จำกัดลักษณะการกระทำที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลผิดพลาดและที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำวิธีทางสถิติมาทดสอบสมมติฐานและพิจารณาประสิทธิภาพของผลการผลการวิจัยที่ได้

ศิริพงษ์ เสาภาชน (2546:111-113) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงทดลองเป็นวิธีเดียวที่สามารถจะทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล วิธีการทดลองจึงเป็นวิธีการวิจัยที่เป็นที่ต้องการมากที่สุดและมีผลออกมาตรงตามความประสงค์มากที่สุดด้วย การทำนายผลการวิจัยมีคุณค่ามากกว่าการวิจัยที่หาความสัมพันธ์ในแง่ที่สามารถครอบคลุมได้มากกว่าการทำซ้ำได้

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- 1.เลือกหัวข้อวิจัยและให้นิยาม โดยการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องรวมทั้งศึกษางานวิจัยของคนอื่น ที่ทำการศึกษาเรื่องคล้ายกันหรือเกี่ยวข้องกันในด้านวิธีการดำเนินการวิจัย ตัวแปรกลุ่มตัวอย่าง การตั้งสมมติฐาน และการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 2.ให้คำจำกัดความของปัญหาการวิจัย โดยวิเคราะห์ให้เห็นชัดเจนว่ามีตัวแปรอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งน่าจะส่งผลต่อตัวแปรตาม
- 3.ตั้งสมมติฐานการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการทดลอง โดยพิจารณาหาเหตุผลจากทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือประสบการณ์ของผลวิจัย
4. ออกแบบการทดลอง
5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมทุกสิ่งๆ ให้คงที่
- 6.นำผลที่ได้มาทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติที่เหมาะสมกับคุณลักษณะของข้อมูลแล้วสรุปผลการทดลอง

บุญชม ศรีสะอาด (2543 :128-141) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงทดลองคือ กระบวนการค้นหาความรู้ความจริงโดยวิธีทดลอง ซึ่งจะมีการควบคุมสภาพการทดลอง และควบคุมตัวแปรต่างๆ เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องเที่ยงตรง (Valid) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลกล่าวคือตรวจสอบว่าการจัดสภาพการทดลอง (Treatment) หรือตัวแปรอิสระ เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ในตัวแปรตามได้จริงหรือไม่

การวิจัยเชิงทดลองมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

- 1.เป็นการวิจัยที่มุ่งตอบคำถามเชิงเหตุผล กล่าวคือมุ่งตอบคำถามว่าการจัดสภาพการทดลองหรือตัวแปรตาม อย่างแท้จริงหรือไม่
- 2.มีการจัดกระทำกับตัวแปรที่ทดลอง และควบคุมตัวแปรอื่นที่คาดว่าจะมีผลทำให้การสรุปผลวิจัยผิดพลาด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอิทธิพลดังกล่าว
- 3.ใช้การเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาผลจากการจัดสภาพการทดลอง หรือตัวแปรอิสระ เช่น เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่ไม่ได้จัดสภาพการ

ทดลองหรือระหว่างกลุ่มทดลองตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป แต่ละกลุ่มมีการจัดสภาพการทดลองที่แตกต่างกัน กล่าวคือให้มีประเภทหรือระดับที่ต่างกันของตัวแปรอิสระ

4. มุ่งให้เกิดความเที่ยงตรงภายในเป็นสำคัญ ส่วนความเที่ยงตรงภายนอกมุ่งเป็นอันดับสอง

5. ในการออกแบบการวิจัยที่เป็นแบบฉบับ (Classic) จะจัดการให้ตัวแปรอื่นๆ คงที่ ยกเว้นตัวแปรอิสระอิสระซึ่งอาจมีหนึ่งตัวหรือมากกว่าที่จัดให้มีหลายประเภทหรือระดับได้ เพื่อพิจารณาผลของการจัดสภาพการทดลองหรือตัวแปรอิสระนั้น

ความเที่ยงตรงของการวิจัยเชิงทดลอง ในการวิจัยเชิงทดลองผู้วิจัยจะต้องดำเนินการวิจัยเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงซึ่งมี 2 ชนิด คือความเที่ยงตรงภายใน และความเที่ยงตรงภายนอก ดังจะกล่าวถึงความเที่ยงตรงแต่ละชนิด รวมทั้งองค์ประกอบหรือตัวแปรเกิน (Extraneous Variable) ที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามทำให้การวิจัยขาดความเที่ยงตรง

รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อให้การวิจัยเชิงทดลองบรรลุจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพผู้วิจัยจะต้องออกแบบการวิจัย (Design) โดยใช้รูปแบบที่เหมาะสมกับปัญหาการวิจัยของตน รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองมีหลายรูปแบบในที่นี้จะกล่าวบางรูปแบบโดยจำแนกเป็นกรณีใหญ่ๆ 2 กรณีคือ กรณีตัวแปรอิสระตัวเดียว กับกรณีตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่ง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยเชิงทดลอง

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง พิจารณาความเป็นตัวแทนของประชากร และความเท่าเทียมกัน
ในจุดเริ่มต้นก่อนการทดลอง ในทุกกลุ่ม

2. ทำการควบคุมตัวแปรเกิน (Extraneous Variable) ให้รัดกุม

3. ออกแบบการทดลองโดยใช้รูปแบบที่เหมาะสม สามารถตรวจสอบสมมติฐานได้
ครบถ้วนช่วย ให้เกิดความเที่ยงตรงภายใน และความเที่ยงตรงภายนอก

4. เลือกใช้สถิติที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล รูปแบบการวิจัย และสมมติฐานในการวิจัย

5. เลือกใช้เครื่องมือรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม มีคุณภาพสูงทั้งด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

6. การสรุปและการวางนัยทั่วไป (Generalization) ต้องอยู่ภายในขอบเขตของการวิจัย

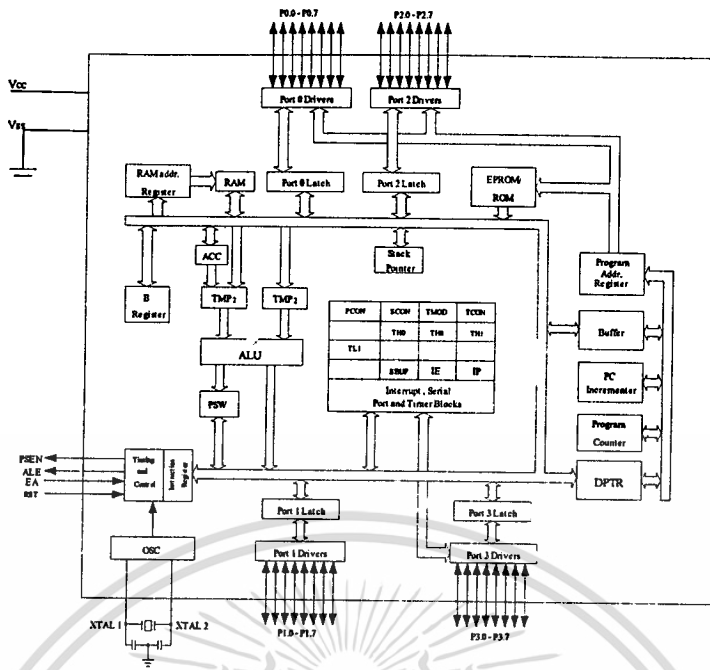
2.2 หลักการเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ในการวิจัยเรื่องการสร้างและหาคุณภาพของชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ต้องศึกษาเนื้อหาความรู้เบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่ง(ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2541 : 21-188) ได้กล่าวว่ามีหัวข้อต่อไปนี้

2.2.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2541 : 21-188)กล่าวว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของไอซี บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM ภายใน 128 ไบต์ บางเบอร์มี 256 ไบต์ เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่มีอยู่ภายใน มีดังนี้

- มีหน่วยความจำ ROM 4k ไบต์
 - มีหน่วยความจำ RAM 128 ไบต์
 - มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ต
 - มี ไทมเมอร์ 16 บิต 2 ตัว
 - สามารถ อินเตอร์รัพต์ได้ 5 แหล่ง
 - มีวงจรรอสซิงเกิลเตอร์และวงจรรนาฬิกาบนชิป
 - มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ความเร็วสูง
 - อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64k
 - อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64k
 - สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
 - สามารถประมวลผลทีละบิต
 - หนึ่งวัฏจักรคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที ขณะทำงานด้วย Clock 12MHz
- โครงสร้างภายในของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.2.2 External data memory

หน่วยความจำภายนอก (External Memory) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 สามารถอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64k และอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64k ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะใช้พอร์ท 0 ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตต่าง และใช้พอร์ท 0 เป็นพอร์ทข้อมูล (Data) ด้วย โดยใช้ขา ALE มาเป็น Latch ข้อมูลพอร์ท 0 และใช้พอร์ท 2 เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8 บิตบน (รวมขาอ้างตำแหน่ง 16 เส้น ซึ่งอ้างได้ 64k)

เนื่องจากพอร์ท 0 จะใช้งาน 2 หน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำ จะใช้วิธี Multiplex ระหว่าง Address กับ Data ถ้าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล 8 บิต และเก็บได้ 64k จะต้องใช้สายสัญญาณ 24 เส้น คือเป็นขา Address 16 เส้น และขาข้อมูล 8 เส้น แต่ถ้าใช้วิธี Multiplex คือใช้ขา A0-A7 เป็นขาข้อมูลด้วย คือ D0-D7 จะใช้สายสัญญาณเพียง 16 เส้น เท่านั้น จะเห็นว่าเมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำจะส่งสัญญาณ Address A0-A15 ออกมาก่อน 16 เส้น และเวลาต่อมาขา A0-A7 จะถูกเปลี่ยนเป็น D0-D7 ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะใช้วิธีนี้

- การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะส่งค่าตำแหน่งของหน่วยความจำออกไปก่อน ซึ่งค่าตำแหน่งจะเก็บอยู่ใน PC โดยส่งออกไปทางพอร์ท 0 และพอร์ท 2 จากนั้นเวลาต่อมาจะส่งขา ALE ให้เป็นลอจิก "0" เพื่อ Latch ขา Address ของ 8 บิตต่ำ คือ พอร์ท 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณทางขา PSEN ให้เป็นลอจิก "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เรียกว่า State โดยแต่ละ State จะใช้สัญญาณนาฬิกาสองคาบการทำงานของคำสั่งต่างๆ จะใช้เวลาหก State เรียกว่าแมชชีนไซเคิล

- การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

หน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 สามารถอ่านและเขียนได้ ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะส่งขา Address ออกไปทางพอร์ท 0 และพอร์ท 2 จากนั้นจะส่งขา ALE เพื่อไป Latch Address 8 บิตค่า โดยการอ่านเขียนข้อมูลนั้นจะใช้ขา RD หรือ P3.7 และขา WR หรือ P3.6 ตามลำดับ

2.2.3 Program memory

การจัดหน่วยความจำ (Program memory) ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบ่งชนิดหรือหน้าที่ของหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) และหน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

หน่วยความจำโปรแกรมจะใช้สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งบางเบอร์จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้อยู่ภายในตัว โดยอาจจะมีขนาดไม่เท่ากันหรือเป็นหน่วยความจำต่างชนิดกัน เช่น บางเบอร์เป็น ROM และบางเบอร์อาจเป็น EPROM และบางเบอร์อาจไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้เลย โปรแกรมการทำงานจะถูกเก็บไว้ยังหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมด สำหรับหน่วยความจำข้อมูลจะใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือค่าตัวแปรต่างๆ จากการทำงานของโปรแกรม ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้อยู่จำนวนหนึ่ง แต่อาจมีขนาดมากน้อยต่างกันไปในแต่ละเบอร์ สำหรับการจัดโครงสร้างของหน่วยความจำทั้งในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

2.2.3.1 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน และหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะถูกเลือกใช้งานถ้าขาสัญญาณ EA มีค่าเป็น 1 โดยจะถูกใช้งานในช่วงแอดเดรส 0-0FFFH (หรือช่วงแอดเดรส 0-1FFFH ในเบอร์ 8052) นอกเหนือจากช่วงแอดเดรสนี้จะใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมด ในกรณีตรงกันข้ามถ้าขาสัญญาณ EA มีค่าเป็น 0 ในช่วงแอดเดรส 0-0FFFH (หรือช่วงแอดเดรส 0-1FFFH ในเบอร์ 8052) จะถูกใช้จากหน่วยความจำภายนอก หรือกล่าวได้ว่าถ้าขาสัญญาณ EA มีค่า เป็น 0 จะเป็นการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมดตลอดช่วงแอดเดรส

2.2.3.2 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูล สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลภายในและหน่วยความจำข้อมูลภายนอก สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายในยังแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปและส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ หรือ SFR (Special Function Register) โดยส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปจะถูกใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือค่าตัวแปรต่างๆ จากการทำงานของโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษจะถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานและบอกสถานะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ เป็นอย่างน้อย และบางเบอร์อาจมีถึงขนาด 256 ไบต์

2.2.4 CPU pin

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกันสำหรับหน้าที่การใช้งานของแต่ละขามิดังนี้ แสดงในภาพที่ 2.2

ขา Vcc เป็นขาป้อนแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์

ขา Vss เป็นขาราวด์

ขาพอร์ท 0 (Port 0) มี 8 ขา ได้แก่ ขา P0.0-P0.7 เป็นขาพอร์ทอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ท เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ทเหล่านั้นอยู่ในสถานะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เองที่สามารถนำมาใช้เป็นพอร์ทอินพุตอิมพีแดนซ์สูงได้ นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานพอร์ทเอาต์พุตแล้วมันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยแอดเดรส ไบต์ต่ำ (A0-A7) ซึ่งจะใช้งานเป็นแบบมัลติเพล็กซ์ กับการรับส่งข้อมูลขนาด 8 บิต (D0-D7)

ขาพอร์ท 1 (Port 1) มี 8 ขา ได้แก่ ขา P1.0-P1.7 เป็นขาพอร์ทอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุต นอกจากนี้สำหรับเบอร์ 8032 และ 8052 ขาพอร์ท P1.0 และ P1.1 จะถูกนำมาใช้งานเป็นขา T2 และ T2EX ตามลำดับ

ขาพอร์ท 2 (Port 2) มี 8 ขา ได้แก่ ขา P2.0-P2.7 เป็นขาพอร์ทอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุต นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุตเอาต์พุตแล้วมันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15)

ขาพอร์ท 3 (Port 3) มี 8 ขา ได้แก่ ขา P3.0-P3.7 เป็นขาพอร์ทอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุต นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุตเอาต์พุตแล้วมันยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

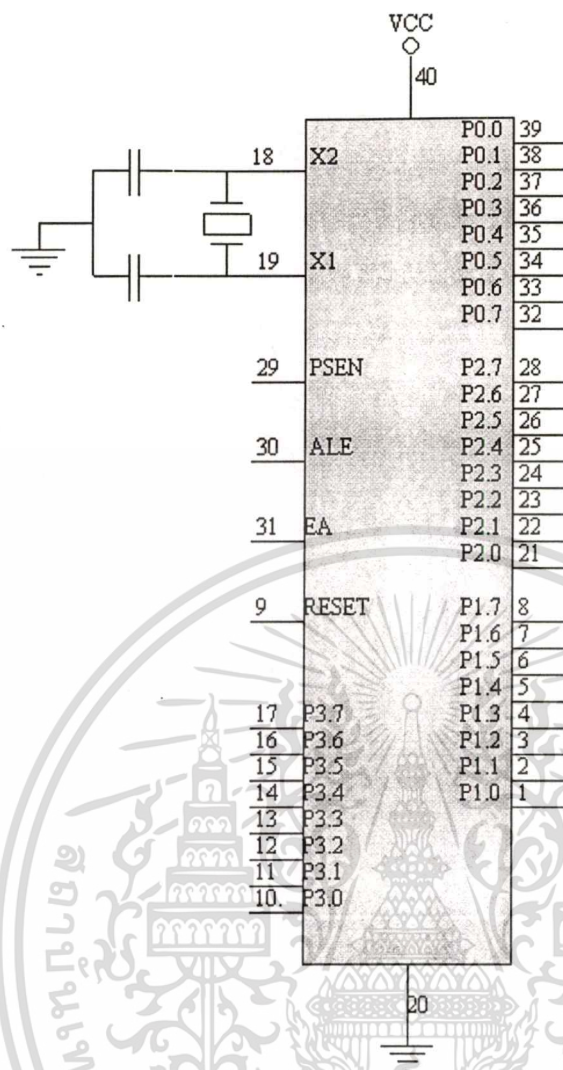
ตารางที่ 2.1 หน้าที่พิเศษของแต่ละขาของพอร์ท P3

ขาพอร์ท	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 external input)
P3.5	T1 (Timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

ขา PSEN (Program Store Enable) ทำหน้าที่เป็นสัญญาณสโตรบเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบจำนวน 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ในขณะที่ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกจะไม่มี การส่งสัญญาณสโตรบแต่อย่างใด

ขา EA/VPP (External Access enable/VPP) เป็นขาสำหรับการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมจากภายในหรือจากภายนอก โดยถ้ามีสถานะเป็น 0 จะหมายถึงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกที่ตำแหน่งแอดเดรส 0-0FFFH (0-1FFFFH ถ้าเป็นเบอร์ 8052) อย่างไรก็ตามถ้าบิตป้องกัน (security bit) ในหน่วยความจำ EPROM ถูกโปรแกรมไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกเลย นอกจากนี้ขานี้ยังทำหน้าที่รับแรงดันไฟสำหรับการโปรแกรม (Vpp) ขนาด 21 โวลต์ เพื่อใช้ในระหว่างการโปรแกรม EPROM

ขา XTAL 1 และขา XTAL 2 เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตของวงจรอินเวอร์ตติ้งออสซิลเลเตอร์แอมพลิไฟเออร์ (Inverting Oscillator Amplifier) สำหรับใช้ต่อร่วมกับคริสตัลภายนอก



ภาพที่

2.2 การจัดตำแหน่งขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.3 การออกแบบและสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดฝึก

วัลลภ จันทรตระกูล (2543 : 110) ได้อธิบายถึงแนวทางขั้นตอนในการออกแบบการสร้างชุดฝึกว่า โดยทั่วไปแนวทางในการออกแบบสร้างจะมี 2 แบบ คือ การออกแบบสร้างแบบตามนิยม (Conventional Design) และแบบวิธี (Methodical Design) ความแตกต่างของสองแนวทางนี้คือ แนวทางแรกเป็นการออกแบบในลักษณะที่ปฏิบัติต่อๆ กันมาไม่มีรูปแบบหรือขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นแบบแผนแน่นอน แต่จะออกแบบกันตามความรู้ความเชี่ยวชาญแห่งตนจึงแตกต่างจากแนวทางแบบที่สอง ซึ่งนำวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ให้เหมาะสมกับงานออกแบบสร้างในสาขาต่างๆ ได้

การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทอุปกรณ์ทดลอง หรือสาธิตก็ได้นำหลักวิชาการทางด้านการออกแบบ สร้าง มาประยุกต์เป็นหลักการที่มีขั้นตอนดังนี้ (วัลลภ จันทรตระกูล. 2543 : 111-114)

1. กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิตไปใช้ในการสอน

เป็นขั้นตอนที่ต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อให้การออกแบบสร้างชุดอุปกรณ์ทดลอง หรือสาธิตนั้นเกิดความเป็นจริง สำเร็จผลตามเป้าหมาย ควรจะต้องศึกษาถึงสภาพการณ์ ในการเรียนการสอนศึกษาข้อมูลทางด้านวิชาการในเรื่องนั้น ในบางครั้ง ถ้าหากเรื่องนั้นได้มีการพัฒนาอุปกรณ์มาแล้วโดยผู้อื่น เช่น บริษัทในต่างประเทศก็ควรจะศึกษารายละเอียดต่างๆ ด้วย เป็นต้น

เมื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ แล้ว จึงนำมาใช้เขียนจุดประสงค์ของอุปกรณ์ในลักษณะคำบรรยาย แต่จะไม่ระบุรูปร่างลักษณะทางด้านเทคนิคอย่างเฉพาะเจาะจง ข้อมูลต่างๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นขอบเขตคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่จะออกแบบสร้างก็ได้ บางครั้งอาจจะกำหนดเป็นข้อๆ ก็ได้ และสุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง จนกระทั่งได้ผลว่าเกิดความสอดคล้องครอบคลุมตามเป้าหมาย

2. กำหนดหน้าที่ (Funtion) ของอุปกรณ์

จากคำบรรยายคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่กำหนดขึ้นในข้อ 1 จะนำมาดำเนินการวิเคราะห์คำบรรยายดังกล่าว เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน (Basic Term) ของอุปกรณ์ ซึ่งทำให้ทราบรายการหน้าที่ (Funtion Element) ของอุปกรณ์ และได้กำหนดรายการหน้าที่เป็นกลางทั่วๆ ไป ไม่ระบุเฉพาะเจาะจงว่าต้องใช้ชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์แบบใด รูปร่างอย่างไรก็ตาม เฉพาะคำพื้นฐานก็อาจจะไม่ได้รายการหน้าที่ครอบคลุมลักษณะของอุปกรณ์ ดังนั้น จึงต้องวิเคราะห์คำประกอบสัมพันธ์ (Relation Term) ด้วย

3. ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่ (Funtion Element)

เป็นการคิดค้นสิ่งที่จะทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนด (Funtion Carrier) ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุ (Material) พลังงาน (Enegy) และสัญญาณ (Signal) วิทยาการที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนนี้ คือ วิชา ฟิสิกส์ ได้แก่ ทางด้านกลไก (Machanic) เคมี ไฟฟ้า แสง เสียง ความร้อน เป็นต้น

สิ่งที่จะต้องกำหนดอาจเป็นคำเขียนสั้นๆ หรือภาพสเก็ตช์ง่ายๆ เพื่อจะใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ (Construction Element) จะต้องพยายามเขียนข้อกำหนดให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้สำหรับเป็นทางเลือกต่างๆ ที่จะทำการตัดสินใจเลือกในลำดับต่อไปแนวทางที่จะได้ทางเลือกต่างๆ คือ การศึกษาพิจารณาในเรื่องลักษณะรูปร่างและลักษณะของการเคลื่อนไหวของส่วนประกอบนั้นๆ อาจจะต้องมีการระดมสมอง (Brain Stroming) ร่วมกัน ต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ แม้กระทั่งผลงานของผู้อื่น (บริษัทคู่แข่ง)

ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นควรจะต้องพิจารณาเงื่อนไขบางประการ เช่น การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จ ความยากง่ายในการผลิต และค่าใช้จ่าย เป็นต้น นอกจากนั้น ควรจะให้ชิ้นส่วนบางชิ้นทำหน้าที่ได้หลายๆหน้าที่ด้วย สิ่งที่สำคัญที่สุดในขณะนี้คือ การพยายามใช้ชิ้นส่วน หรือ อุปกรณ์บางอย่าง ซึ่งมีอยู่หรือได้พัฒนามาแล้ว

4. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์

เป็นขั้นตอนที่ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากทางเลือกต่างๆ โดยการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือก ซึ่งมีวิธีการแตกต่างกันออกไป การตัดสินใจเลือกมีสิ่งสำคัญคือ แนวทางหรือมาตรการในการตัดสินใจเลือกเกณฑ์ โดยทั่วไปเกณฑ์กำหนด ได้แก่ เรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่าง การบำรุงรักษา ความคงทน ราคา เป็นต้น ส่วนน้ำหนักของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ก็แตกต่างกันออกไปตามความสำคัญ หรือจะเน้นหนักในเรื่องใด เช่น จะเน้นทางด้านเทคนิคหรือด้านเศรษฐศาสตร์ การตัดสินใจเลือกจะต้องมีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือในการตัดสินใจเลือก จึงควรประกอบด้วยบุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายจัดการ เป็นต้น

การพัฒนาอุปกรณ์ซึ่งมีลักษณะประกอบต่างๆ จำนวนมาก อาจต้องทำการตัดสินใจเลือกถึงสองขั้นตอน กล่าวคือ ขั้นแรก ตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบแต่ละชิ้น ขั้นที่สอง จะต้องวิเคราะห์ ความเข้ากันได้ หรือ ประกอบกันได้ของชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ที่เลือกมาแล้วทำการตัดสินใจเลือกชุดประกอบย่อยๆ แต่ละชุด

5. สร้างต้นแบบและตรวจสอบ

จากผลลัพธ์การตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบในข้อที่ 4 จะต้องนำมาร่างเป็นภาพประกอบ ต้นแบบโดยคร่าวๆ หรือเป็นแบบงานง่ายๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในบางครั้งขั้นตอนนี้อาจต้องมีการทดลองหรือทดลองกลไกหน้าที่ของอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะตรงตามต้องการ นอกจากนั้นก็จะศึกษาข้อมูลด้านขนาด ระยะ รูปร่างของอุปกรณ์นี้ด้วย

อุปกรณ์ต้นแบบจะต้องทำการตรวจสอบทางด้านเทคนิคค้นหาข้อมูล (Data) บางอย่างเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะตรงตามต้องการ นอกจากนั้นก็จะศึกษาพิจารณาเรื่องแนวทางการผลิตต่อไป รวมทั้งกฎความปลอดภัยต่างๆ ด้วย ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการตรวจสอบจะนำไปใช้ประกอบการเขียนเอกสารประกอบอุปกรณ์นั้น

6. เขียนแบบงาน

ในกรณีที่พัฒนาออกแบบสร้างอุปกรณ์เพียงชิ้นเดียว งานเขียนอาจไม่จำเป็นแต่ถ้าหากจะทำการผลิต หรือต้องการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการต่อไปงานเขียนแบบนี้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก

แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับการดำเนินการผลิต ดังนั้น แบบงานอุปกรณ์จะต้องมีแบบ

แยกชิ้นงานเป็นชิ้นเดียวที่มีข้อมูลอย่างครบถ้วน สำหรับช่างที่จะทำการผลิตได้ เช่น ขนาด พิกัด ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเชื่อ วัสดุ เป็นต้น นอกจากนั้นก็ต้องมีข้อมูล หมายเลขชิ้นส่วนทั้งที่ต้องสร้างขึ้นใหม่ และชิ้นส่วนมาตรฐาน ดังนั้น งานเขียนแบบจึงต้องมีการกำหนดระบบ เลขหมายแบบ ซึ่งอาจจะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แบบรวม แบบประกอบกลุ่มหลัก แบบประกอบกลุ่มย่อยและแบบชิ้นเดียวระบบในงานเขียนแบบมีความสำคัญต่อการคำนวณราคา การวางแผนการผลิต และการเก็บข้อมูลทางด้านชิ้นส่วนและวัสดุของหน่วยงาน

7. การเตรียมเอกสารประกอบ

อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไป ควรจะต้องจัดเตรียมเอกสารประกอบ และคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องปลอดภัย และสอดคล้องตามจุดประสงค์ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์นั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อใช้ในการเรียนการสอนก็จะต้องเตรียมเอกสารประกอบสำหรับใช้ในงานสอนด้วย

ในขั้นตอนงานที่ 5 คือ การสร้างต้นแบบและตรวจสอบจะได้รับข้อมูลส่วนหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการจัดเตรียมเอกสารประกอบ และในภายหลังเมื่อได้ผลิตออกมาเป็นอุปกรณ์จริงๆ แล้วก็ต้องนำมาหาข้อมูลต่างๆ ต่อไปอีก

เอกสารประกอบที่จะต้องจัดเตรียม อาจกำหนดให้มีลักษณะต่างๆ กัน ตามแต่ความมุ่งหมายของงาน โดยอาจจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ คู่มือแนะนำการใช้งาน (Instruction Sheet) เอกสารประกอบการศึกษาทดลอง (ตำรา ใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบเฉลยของผู้สอน และผู้เรียน เป็นต้น) เอกสารรายการสินค้า (Catalog) และใบเอกสารเสนอลูกค้า (Prospect)

ผู้ออกแบบสร้างอาจจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้จัดเตรียมเอกสาร แต่ในบางกรณีก็อาจจะต้องตั้งเป็นทีมงาน หรือให้ผู้เชี่ยวชาญภายนอกเป็นฝ่ายพัฒนาขึ้นมา

ผลงานที่ได้ดำเนินงานในขั้นตอนที่ 7 สามารถดำเนินการผลิตอุปกรณ์ในลักษณะการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) ได้เลย โดยที่การเตรียมเอกสารประกอบก็ดำเนินการควบคู่กันไป

2.4 การเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติ

การเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติผู้วิจัยได้นำแนวคิดของการเย่ (Gagne) ซึ่งมีขบวนการ 9 ขั้นตอน (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาฮอร์สแสง, 2541 : 41-48) มีดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจ เป็นการกระตุ้นและสนใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูงย่อมจะเรียนได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ตามหลักจิตวิทยาแล้วการจูงใจถือเป็นกระบวนการที่นำไปสู่พฤติกรรมที่มีเป้าหมาย (Motivated behavior) และเป้าหมาย (Goal) ในที่สุด

2. บอกวัตถุประสงค์ เป็นการบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียนโดยรวมสิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนจะสามารถทำได้หลังจากที่เรียนจบบทเรียน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบอกวัตถุประสงค์นี้อาจอยู่ในรูปวัตถุประสงค์กว้างๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมการบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

3. ทวนความรู้เดิม การทวนความรู้เดิมของผู้เรียนตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) การรับรู้ (Perception) เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากนี้การรับรู้ขอมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่และจากการกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้าด้วยกัน ดังนั้นการปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการรับรู้ความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ เป็นการนำเสนอโดยใช้ตัวกระตุ้น (Stimuli) ที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาใหม่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสอน ทั้งนี้เพื่อช่วยให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ชี้แนะทางการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนตามปกตินั้น แต่ในทางตรงกันข้ามครูผู้สอนจะใช้การสอนแบบค้นพบหรือสอนแบบอุปมาน เช่นยกตัวอย่าง การยกตัวอย่างหรือตั้งคำถามชี้แนะกว้างๆ และแฉกลงไปเรื่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบ หรือค้นพบแนวคิดหรือเนื้อหาใหม่นั้นด้วยตนเอง

6. กระตุ้นการตอบสนอง การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน กล่าวคือหลังจากที่ผู้เรียนได้รับการชี้แนะทางการเรียนรู้ แล้วขั้นตอนต่อไปคือการอนุญาตให้ผู้สอนหรือครูได้มีโอกาสทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนกำลังสอนอยู่หรือไม่และผู้เรียนก็ได้มีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่

7. ให้ผลป้อนกลับ การให้ผลป้อนกลับถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียนการให้ผลป้อนกลับนอกจากจะทำให้ผู้เรียนทราบสิ่งที่ตนเข้าใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย

8. ทดสอบความรู้ เป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายเอาไว้หรือไม่ การทดสอบความรู้นั้นอาจเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบบทหนึ่งซึ่งอาจเป็นระยะเวลาบทเรียนหรืออาจเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบบททั้งหมดแล้วโดยการทดสอบความรู้นั้นนอกจากจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองแล้ว ผู้สอนก็ยังสามารถนำประโยชน์ของการทดสอบความรู้ไปใช้ในการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้รับความรู้และความเข้าใจเพียงพอที่จะผ่านไปศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่อย่างไร

9. การจำและนำไปใช้ สิ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใดข้อมูลความรู้หนึ่งนั้น ก็คือการทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียนนั้น หมายถึงการทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยอย่างไร สำหรับขั้นตอนการสอนในส่วนของการนำไปใช้นั้น ผู้สอนก็จะต้องมีการจัดหากิจกรรมใหม่ๆ และหลากหลายไว้สำหรับ

ผู้เรียน โดย กิจกรรมที่จัดหานี้ต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มาแตกต่างไปจากตัวอย่างในบทเรียน

2.5 การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน

วัลลภ จันทรตระกูล (2543 : 131-134) ได้กล่าวว่า การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอน ให้มีความเหมาะสมในด้านต่างๆ ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และด้านเนื้อหา จะทำได้อย่างไร เราสามารถทราบคุณลักษณะด้านต่างๆ โดยการประเมินสื่อการเรียนการสอนนั้น ซึ่งอาจจะทำควบคู่ในระหว่างกระบวนการออกแบบหรือเมื่อสิ้นสุดการออกแบบสำเร็จเป็นงานต้นแบบก่อนดำเนินการผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วัตถุประสงค์ในการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน

การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.1 เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ในด้านต่างๆ ของสื่อการเรียน

การสอน

1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมิน ไปแก้ไขพัฒนาปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน

1.3 วางแผน ในการพัฒนาสื่อการสอนเพิ่มเติมให้เกิดความสมบูรณ์ ในการเรียนการสอนตามหัวข้อ หรือสาขาวิชานั้น

2. ประเด็นในการประเมินคุณภาพ

ประเด็นในการประเมินคุณภาพอาจแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ในแต่ละประเด็นสามารถแตกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่างๆ อาจใช้แผนภูมิปะการังเป็นเครื่องมือ ร่วมประชุม ระดมความคิด หรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จากงานวิจัยต่างๆ ด้านการประเมินสื่อการเรียนการสอน ประเด็นที่น่าสนใจนี้ เป็นประเด็นหลักๆรวมๆ สามารถเลือกไปใช้กับสื่อประเภทต่างๆ ได้ และเขียนในลักษณะด้านบวกหรืออุดมคติ

2.1 ประเด็นด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

มีประเด็นด้านต่างๆ คือ

(1) ขนาดสื่อ

ไม่ใหญ่ ไม่เล็ก มีขนาดเหมาะสม สอดคล้องกับมาตรฐาน สะดวกต่อการเก็บรักษาไม่ใช่เนื้อที่มากเกินไป

(2) น้ำหนัก

มีน้ำหนักเหมาะสม ขนย้าย นำไปใช้สอนได้สะดวก ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ ขนย้าย ผู้สอนนำไปใช้ได้ด้วยตนเอง

(3) ชิ้นส่วนประกอบ

ทำหน้าที่ได้ถูกต้องแม่นยำ นอกจากทำหน้าที่หลัก สามารถทำหน้าที่รอง มีรูปร่างง่ายต่อการผลิต เป็นมาตรฐาน หาอะไหล่ง่าย มีจำนวนชิ้นไม่มาก การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนมั่นคงรูปร่างมีความแข็งแรงคงทน มีอายุการใช้งานเหมาะสม มีความเรียบร้อยสวยงาม

(4) ชนิดของวัสดุ

มีคุณสมบัติเหมาะสมกับประเภทของสื่อ เป็นวัสดุหาง่าย คุณสมบัติวัสดุมีความคงทนแข็งแรงคงทน ราคาไม่แพง ทนต่อความร้อน ฝุ่น ความชื้น

(5) การดูแลรักษา

ง่ายต่อการดูแลรักษา และซ่อมบำรุง มีระบบการจัดเก็บ การจำแนก มีถุงของ กล่อง ในการจัดเก็บ มีระบบการเบิก ยืม ที่มีประสิทธิภาพ ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา

(6) กระบวนการผลิต

ผลิตง่าย ใช้เครื่องมือง่าย มีระบบแบบงาน ระบบมาตรฐานวัสดุ (หมายเลขวัสดุ) ผลิตออกมาเรียบร้อยสวยงาม สอดคล้องตามหลักการสอน สามารถใช้สอนกับวิธีต่างๆ นำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ ชิ้นงานออกมามีขนาด คุณภาพผิวงานมีความละเอียดสูง

(7) มาตรฐาน

สอดคล้องกับมาตรฐานในหน่วยงานมีความสากลมีรูปแบบ (Format)

(8) ความปลอดภัย

มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และต่อสื่อ

2.2 ประเด็นทางด้านเนื้อหา

จะเกี่ยวข้องกับผู้สอน ผู้เรียน และตัวสื่อเอง ดังนี้

(1) ต่อผู้สอน

ใช้ง่าย ใช้เวลาสอนน้อย ไม่มีความจำเป็นต้องฝึกอบรมด้านการใช้ สอดคล้องตามรายการวัตถุประสงค์ และเนื้อหาวิชา มีคู่มือการสอนสำหรับครู

(2) ต่อผู้เรียน

เข้าใจง่าย สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ น่าสนใจอยากเรียน กระตุ้นให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำไปประยุกต์แก้ปัญหาช่วยส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้มีคู่มือผู้เรียน

(3) ต่อสื่อการสอน

มีสื่อการสอนที่มีความสำคัญต่อเนื้อหานั้นๆ และควรมีอย่างอื่นมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มีเนื้อหาสาระที่ทันสมัยตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำไปใช้สอนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเรื่องอื่นได้ด้วย ให้เนื้อหาสาระชัดเจนในตัว ไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติมมากใช้เวลาในการประกอบน้อย ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นประกอบช่วย มีคู่มือ การดูแลรักษา ต้องมีซอฟต์แวร์ (Software) ตัวอักษร สีสัน รูปแบบ ชัดเจน

3. เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เมื่อกำหนดประเด็นต่างๆ ที่จะประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนแล้วก็ต้องกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งมี สิ่งที่ควรพิจารณา ดังนี้ (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543 : 135)

1. เกณฑ์ที่กำหนดจะเน้นคุณลักษณะไปด้านใด เช่น ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ด้านเนื้อหา หรือจะให้น้ำหนักเท่ากันทั้ง 2 ด้าน เป็นต้น

2. ในแต่ละประเด็นอาจประเมินโดยทำเป็นรายการตรวจสอบ (Check list) ว่าใช่หรือไม่ใช่ มีหรือไม่มี มีคำตอบให้เลือกสองทางเลือก อีกลักษณะหนึ่งเป็นการให้ความคิดว่าคุณลักษณะด้านนั้นๆ ดีมาก ดี พอใช้ ใช้ไม่ได้เป็นต้น

3. จากผลการประเมิน ในข้อ 2 นำมาประมวลผล โดยใช้หลักทางสถิติเป็นร้อยละ หรือเปอร์เซ็นต์ในแต่ละประเด็น หรือลักษณะภาพรวม

การประเมินจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นค่าที่ได้ควรมีความเชื่อมั่นเที่ยงตรง มีเป้าหมาย มีความชัดเจน น่าเชื่อถือ สามารถคำนวณ และปฏิบัติได้ หน่วยงาน คือ ทีมงานจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อจะประเมินสื่อการเรียนการสอนได้ผลสำเร็จตามเป้าหมาย

4. องค์ประกอบในการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

นอกจากกำหนดเกณฑ์แล้ว ก็ควรคำนึงถึงองค์ประกอบในการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนซึ่งมีหลายประการได้แก่

1. เครื่องมือ เป็นเอกสารหรืออุปกรณ์ที่สามารถบันทึกแสดงข้อมูลที่ได้จากการประเมินสื่อว่าอยู่ในระดับใด ควรมีการทดลองใช้ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง มีการพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือให้เหมาะสม

2. วิธีการประเมิน ทำได้โดยกำหนดประเด็นต่างๆ แล้วให้คะแนนในประเด็นนั้นๆ วิธีการประเมินโดยใช้ความรู้สึกอาจขาดความเชื่อถือ มีคำแนะนำ ขั้นตอนในการประเมิน

3. เกณฑ์กำหนดระดับค่าคะแนน ว่าระดับที่ยอมรับได้ ขึ้นกับเป้าหมายว่าต้องการเน้นด้านใด หน่วยงานเอกชนอาจมุ่งทางด้านการค้า หน่วยงานการศึกษาอาจมุ่งด้านการเรียนการสอน

4. ผู้ประเมินทำหน้าที่ใช้เครื่องมือ อาจเป็นบุคคลภายในและภายนอกหน่วยงาน การศึกษาอาจมุ่งด้านการเรียนการสอน

5. ผู้สอน ผู้ทำหน้าที่สอนโดยใช้สื่อการเรียนสอนนั้นก็เป็นตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการประเมินมีข้อมูลเกี่ยวกับผู้สอนอย่างไร

6. ผู้เรียน ผู้ประเมิน หรือแบบ ประเมินมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนอย่างไร
คาดการณ์ว่าผู้เรียนจะมีพื้นฐาน มีความรู้เรียน ประสบการณ์เพียงใด และต้องการคาดหวังต่อผู้เรียน
อย่างไร

7. เนื้อหาวิชาเป็นสาขาวิชาใด มีรายการ วัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างไร

8. ประเภทของสื่อ สื่อมีความแตกต่างกันหลายประเภท เช่น เอกสารสิ่งพิมพ์ แผ่นใส แผ่นภาพอุปกรณ์ทดลองสาธิต แผ่นดิสก์ ซีดี เป็นต้น ประเด็นการประเมินจะแตกต่างกัน

ตัวอย่างการประเมินการสอนราคาถูก

รายการประเมินสื่อการสอนต่อไปนี้ เป็นแนวทางเบื้องต้นเพื่อให้ประเมินสื่อการสอนที่ออกแบบสร้างเอง เป็นสื่อราคาถูก สร้างขึ้นจากวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น ทำขึ้นโดยใช้เครื่องมือไม่ยุ่งยาก แต่สามารถใช้งานได้ตามเป้าหมาย โดยแบ่งประเด็นการประเมินเป็น 5 ด้าน คือ

1. คุณสมบัติด้านเทคนิค (Physical properties)
2. ด้านการดูแลรักษา(Care and Control)
3. อุปกรณ์และคู่มือการใช้งาน (SoftWaer)
4. การนำไปใช้งาน (Use)
5. การจะนำไปสร้างต่อ (Production)

จากประเด็นแต่ละด้าน สามารถกำหนดประเด็นย่อยๆ อีก และกำหนดค่าน้ำหนักไว้ท้ายข้อ
ความสำหรับประเมินว่าประเด็นต่างๆ ของสื่ออยู่ในระดับใด มีรายละเอียดดังนี้

- | 1. ขนาดและน้ำหนัก (คุณสมบัติทางด้านเทคนิค) | น้ำหนัก(Value) |
|--|----------------|
| น้ำหนัก โต อาจเป็นอันตราย..... | 1 |
| น้ำหนัก โต แต่เป็นประโยชน์..... | 2 |
| โต แต่จำเป็น..... | 3 |
| ขนาด และน้ำหนักเหมาะสม..... | 4 |
| เบากระทัดรัด และเคลื่อนย้ายง่าย..... | 5 |
| 2. ราคา (คุณสมบัติทางด้านเทคนิค) | |
| แพง ะโหล่หายาก..... | 1 |
| แพงแต่หาอะโหล่ได้..... | 2 |
| ราคาเหมาะสม อะโหล่หายาก..... | 3 |
| ราคาประหยัด อะโหล่ทำได้เอง..... | 4 |
| 3. การจัดเก็บ และขนย้าย | |
| เคลื่อนย้ายและเก็บรักษายาก..... | 1 |
| เคลื่อนย้ายสะดวก และเก็บรักษายาก..... | 2 |
| เก็บรักษาได้ แต่ไม่ได้มาตรฐาน..... | 3 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานวิชาหรือการปฏิบัติงานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนย้าย และเก็บรักษาสะดวกพอควร.....	4
เคลื่อนย้ายและเก็บรักษาง่าย.....	5
4. การดูแลรักษา	
ดูแลรักษายาก.....	1
ดูแลรักษาได้ แต่ไม่มาตรฐาน.....	2
ค่าดูแลรักษาไม่แพง.....	3
สามารถดูแลรักษาได้เอง.....	4
ไม่ต้องการการดูแลรักษา.....	5
5. Software	
ไม่มี Software หรือหาการใช้งาน.....	1
หา Software ได้ยาก.....	2
มี Software แต่ราคาแพง.....	3
มี Software แต่ราคาไม่แพง.....	4
ไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับ Software.....	5
6. ข้อมูลใน Software	
ใช้ภาษาต่างประเทศ.....	1
ยากต่อการอ่าน และทำความเข้าใจ.....	2
พออ่านเข้าใจได้.....	3
ง่ายต่อการอ่าน และเข้าใจ.....	4
มีความหมายต่อตัวมันเอง.....	5
7. การใช้งาน	
ใช้งานได้ยากและสิ้นเปลือง.....	1
ใช้งานยาก และติดตั้งยุ่งยาก.....	2
ต้องใช้เวลาในการติดตั้ง.....	3
สะดวกต่อการใช้งาน และติดตั้ง.....	4
การใช้งานง่ายสะดวก และไม่จำเป็นต้องติดตั้ง.....	5
8. การใช้สอน	
ไม่สอดคล้องกับทฤษฎี.....	1
เกี่ยวข้องกับทฤษฎี เพียงบางส่วน.....	2
เกี่ยวข้องกับทฤษฎี.....	3
อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎี และแนะนำแนวทาง.....	4
บอกข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีในตัว.....	5

9. การผลิต

การผลิตยากมาก.....	1
ยากต่อการผลิต.....	2
ใช้เวลาผลิตมาก แต่ไม่ค่อยยาก.....	3
ใช้เวลาผลิตน้อย และผลิตง่าย.....	4
ใช้เวลาในการผลิตน้อยมาก แต่ทำได้ง่ายมาก.....	5

10. ข้อมูลเพื่อการผลิต

ไม่มีคู่มือ หรือข้อมูลในการผลิต.....	1
มีคู่มือ แต่ราคาแพง.....	2
คู่มือหาได้แต่ขาดคุณภาพ.....	3
มีคู่มือ และข้อมูลการผลิต.....	4
มีคู่มือสมบูรณ์แบบ และข้อมูลเพื่อการผลิตที่ครบถ้วน.....	5

เมื่อทำการประเมินในแต่ละประเด็น ตามคะแนนที่ได้ ไม่ว่าจะได้คะแนนเป็น 1 2 3 4 5 รวมคะแนนทั้ง 10 ข้อ แล้ว คูณ 2 ผลลัพธ์ที่ได้อาจกำหนดให้ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ถ้าหากได้ต่ำกว่า 75% ต้องทบทวนรายการประเมินต่างๆ ว่ามีข้อใดที่จะต้องปรับปรุงเพิ่มเติม

จากการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนมีประเด็นสำคัญ 2 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ด้านเนื้อหา การคิดค้นประเด็นต่างๆ ทำได้โดยการระดมสมอง ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ การประเมินสื่อทำเพื่อรวบรวมข้อดี ข้อเสีย นำไปใช้ในกระบวนการพัฒนา ออกแบบสื่อการสอน นอกจากนี้การกำหนดประเด็นก็มีการกำหนดเกณฑ์ เพื่อให้ให้นักในประเด็นต่างๆ โดยใช้หลักทางสถิติ ประเมินออกมาเป็นค่าร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ และต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ เช่น เครื่องมือ วิธีการ เกณฑ์ ผู้ประเมิน ผู้สอน ผู้เรียน เนื้อหาวิชา และประเภทสื่อ เป็นต้น หน่วยงาน หรือผู้พัฒนาออกแบบสื่อควรพัฒนาเพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนตามเป้าหมายของตนเอง

2.6 วิธีการสร้างชุดฝึกและใบงานการทดลอง

วิธีการสร้างชุดฝึกและใบงานการทดลองมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมเอกสาร และหาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง
2. จัดเตรียมการหาบุคลากร ที่จะช่วยในการสร้างชุดฝึกและใบงานการทดลองซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ชำนาญการในสาขาวิชานั้น

3. ขั้นตอนการประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

3.1 เลือกเนื้อหาวิชา

3.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3 จัดลำดับเนื้อหา

3.4 วางแผนวิธีการสอนสื่อที่ใช้ กิจกรรมการเรียนรู้และรูปแบบการประเมินผล

3.5 การสร้างชุดฝึกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

3.5.1 การสร้างชุดฝึก เป็นตัวโครงชุดฝึกที่จะใส่บอร์ดแต่ละบอร์ด ที่แข็งแรง เคลื่อนย้ายง่ายสะดวก

3.5.2 การสร้างบอร์ด เป็นแผงบอร์ดแต่ละส่วนที่จะนำมาประกอบใส่ตัวโครงชุดฝึก ที่บนแผงบอร์ดแต่ละบอร์ดจะต้องมีส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่ใช้และต้องเป็นอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่าย มีราคาถูกคุณภาพดี

3.5.3 การสร้างใบงานการทดลองจะต้องมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน คำตอบ สรุป คำถามท้ายการทดลอง

3.6 นำชุดฝึกและใบงานการทดลองไปทดลองใช้

3.7 นำกลับมาปรับปรุงแก้ไข (ถ้ามี)

3.8 ผลิชุดฝึกและใบงานการทดลองที่สมบูรณ์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิพิธ ดันเจริญ (2546 : 72-73) ได้ทำการวิจัยในเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกโทรทัศน์สี วิชาปฏิบัติโทรทัศน์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดฝึกโทรทัศน์สีโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกโทรทัศน์สีด้านเนื้อหาและใบงานที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมากได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 และคุณภาพของชุดฝึกโทรทัศน์สีโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกโทรทัศน์สีด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ผลการวิจัยพบว่าวงจรและโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านการศึกษาในเกณฑ์ดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.60 และมีคุณภาพทางด้านวิศวกรรมในเกณฑ์ดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.58 ซึ่งคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้นี้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศักรินทร์ โสนันตะ (2542 : 4-57) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุด
 ประลองวิชา 111-363 ปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสาร กลุ่มตัวอย่างการวิจัยคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี
 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ลงทะเบียนวิชา 111-363 ปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสาร ในภาคเรียนที่
 2/2541 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่าจากการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองได้คะแนนเฉลี่ย
 ของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบหลังการประลองได้เท่ากับ 84.93%

วิชรากร หนูทอง (2542 : 2) ได้ทำการวิจัยในเรื่อง การออกแบบและสร้างไมโคร-
 คอลโทรลเลอร์โดยใช้ FPGA โดยได้ศึกษาสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอลโทรลเลอร์
 PIC 16C84 ที่นำเป็นสถาปัตยกรรมหลักในการออกแบบไมโครคอลโทรลเลอร์ต้นแบบและข้อจำกัด
 ในการออกแบบต่างๆ และได้ศึกษาคุณสมบัติและการใช้อุปกรณ์ FPGA มาสร้างไมโคร-
 คอลโทรลเลอร์ต้นแบบและข้อจำกัดของอุปกรณ์ FPGA ในการสร้างไมโครคอลโทรลเลอร์ต้นแบบ

วีรพันธ์ ดิฉันเสน (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัด
 อุตสาหกรรม เรื่องการวัดโดยระบบนิวเมติก หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชา
 ไฟฟ้า พ.ศ.2532 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร
 วิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี ภาคเรียน
 ที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 30 คนผลปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพดีและมีประสิทธิ
 ภาพ 80.57/80.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 นี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พร้อมทั้งหาคุณภาพ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูอาจารย์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มภาคกลาง สังกัดกรมอาชีวศึกษา ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 14 วิทยาลัย (กรมอาชีวศึกษา. 2543)

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูอาจารย์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มภาคกลาง สังกัดกรมอาชีวศึกษา จำนวน 14 วิทยาลัย (กรมอาชีวศึกษา. 2543) โดยผู้วิจัยใช้วิธีการกำหนดวิทยาลัยละ 1 ท่าน ที่ทำการสอนในวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ดังตารางที่

3.1

ตารางที่ 3.1 รายชื่อวิทยาลัยเทคนิคกลุ่มภาคกลาง ที่ทำการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สูง(ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (กรมอาชีวศึกษา. 2544)

รายชื่อวิทยาลัยเทคนิคกลุ่มภาคกลาง	ครูอาจารย์ที่สอน วิชาไมโครโปรเซสเซอร์	
	ประชากร (ท่าน)	กลุ่มตัวอย่าง (ท่าน)
1. วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี	2	1
2. วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง	2	1
3. วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม	2	1
4. วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม	2	1
5. วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี	2	1
6. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ	4	1
7. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร	2	1
8. วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี	2	1
9. วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี	4	1
10. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม	4	1
11. วิทยาลัยเทคนิคราชบุรีแห่งที่ 2	1	1
12. วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี	2	1
13. วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์	2	1
14. วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี	2	1
รวม	33	14

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วย

1.1ชุดแผงทดลองพร้อมคู่มือการใช้งาน

1.2ใบงานการทดลองพร้อมคำถามท้ายใบงาน

2. แบบประเมินคุณภาพ ของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล

MCS-51 เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยได้ทำการหาคุณภาพโดยแบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหา และ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

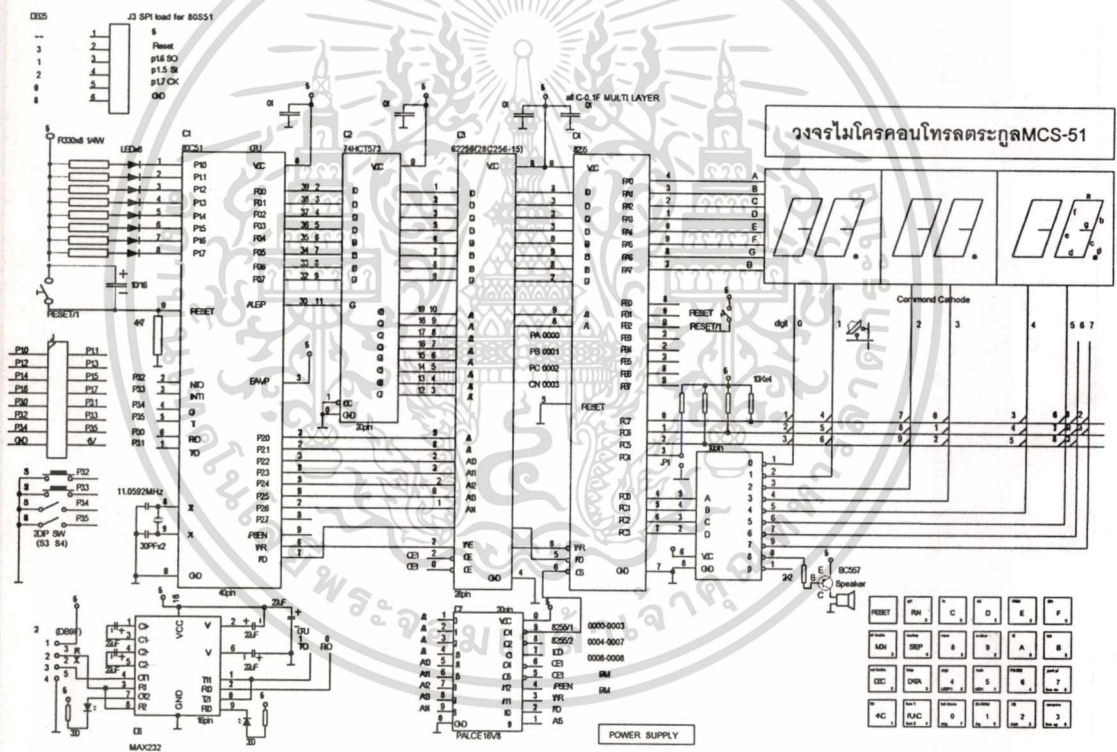
3.2.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบวงจรชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ชุดแผงทดลองและคู่มือการใช้งานมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1.1.1 ศึกษารายละเอียดวิธีการออกแบบวงจร เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

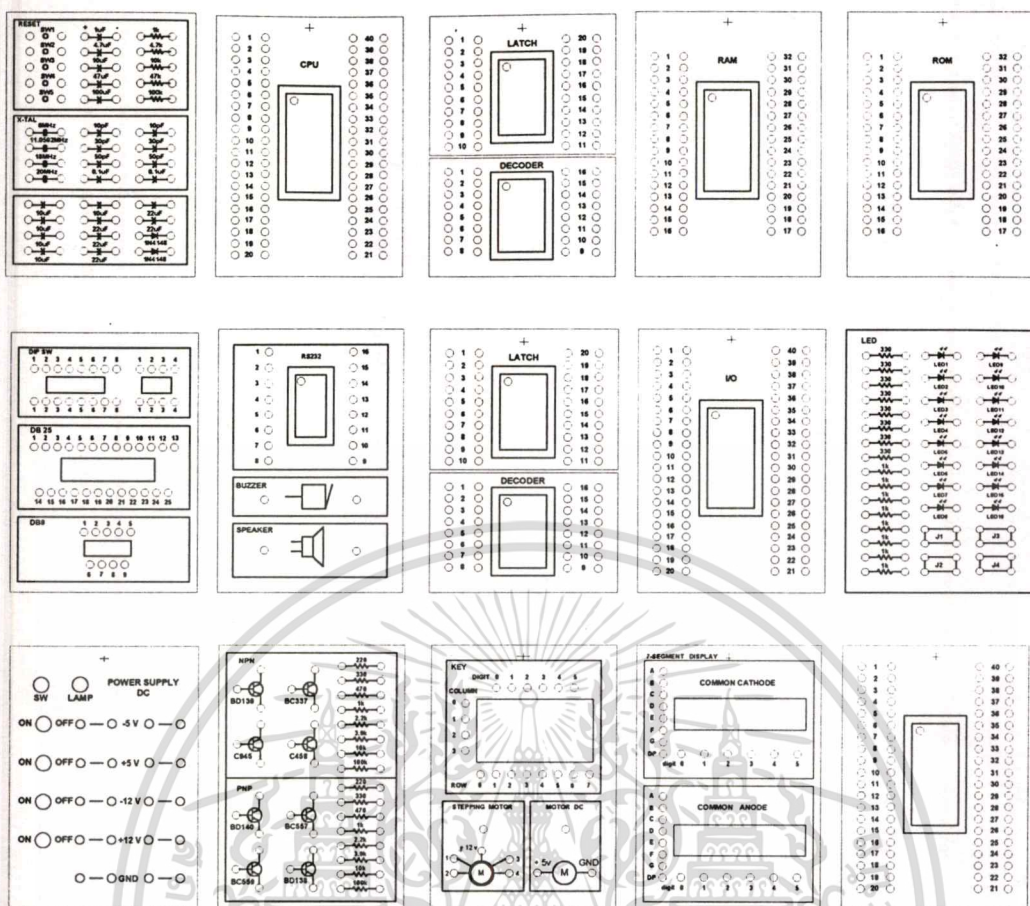


ภาพที่ 3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1.1.2 กำหนดรูปแบบของแต่ละแผงทดลองและอุปกรณ์ในการใส่แผงทดลองเพื่อสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1.1.3 ทำการออกแบบและจัดสร้างชุดแผงทดลองพร้อมอุปกรณ์ของการใส่แผงทดลอง(เครื่องต้นแบบ)พร้อมสร้างคู่มือการใช้งาน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แผงทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ต่อไปนี้เป็นงานการทดลองพร้อมคำถามท้ายใบงานมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดัง

1.2.1 ศึกษารายละเอียดวิธีการออกแบบใบงานการทดลอง เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และรูปแบบการใช้งานชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1.2.2 กำหนดหัวข้อใบงานการทดลองและวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล
MCS-51 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- งานชุดฝึก
- โทรเลอร์ MCS-51
1. ใบงานการทดลองที่ 1 การเชื่อมต่อตามวงจรและการใช้
 2. ใบงานการทดลองที่ 2 รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ของไมโครคอน
 3. ใบงานการทดลองที่ 3 การอ้างตำแหน่งและการโอนย้าย

- 4.ใบงานการทดลองที่ 4 คำสั่งทางคณิตศาสตร์
- 5.ใบงานการทดลองที่ 5 คำสั่งการกระโดดและเรียก

โปรแกรมย่อย

- 6.ใบงานการทดลองที่ 6 คำสั่งทางลอจิก
- 7.ใบงานการทดลองที่ 7 การเชื่อมต่อพอร์ต LED
- 8.ใบงานการทดลองที่ 8 การเชื่อมต่อกับสวิตช์
- 9.ใบงานการทดลองที่ 9 การใช้งานแบบบิต(BOOLEAN)
- 10.ใบงานการทดลองที่ 10 การขยายพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต
- 11.ใบงานการทดลองที่ 11 การเชื่อมต่อพอร์ตกับLED 7

SEGMENTS

- 12.ใบงานการทดลองที่ 12 การเชื่อมต่อพอร์ตกับLED

DOT MATRIX

แบบเมตริกซ์

- 13.ใบงานการทดลองที่ 13 การเชื่อมต่อพอร์ตกับสวิตช์
- 14.ใบงานการทดลองที่ 14 การใช้งานอินเตอร์รัพต์
- 15.ใบงานการทดลองที่ 15 การใช้งานตัวตั้งเวลา/ตัวนับ
- 16.ใบงานการทดลองที่ 16 การใช้งานพอร์ตอนุกรม

1.2.3 ทำการออกแบบและจัดสร้างใบงานการทดลองพร้อมคำถามท้ายการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการจัดสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1.2 นำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 (เครื่องต้นแบบ) และใบงานการทดลองพร้อมด้วยคู่มือการใช้งานที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อขอคำแนะนำ พร้อมปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้อง และเหมาะสม

1.3 นำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 (เครื่องต้นแบบ) และใบงานการทดลองพร้อมด้วยคู่มือการใช้งาน ที่ผ่านการตรวจแล้วมาปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ

1.4 นำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 (เครื่องต้นแบบ) และใบงานการทดลองพร้อมด้วยคู่มือการใช้งาน ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วให้กับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เครื่องมือมีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 นำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และใบงานการทดลองพร้อมด้วยคู่มือการใช้งาน ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ คือ

1. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

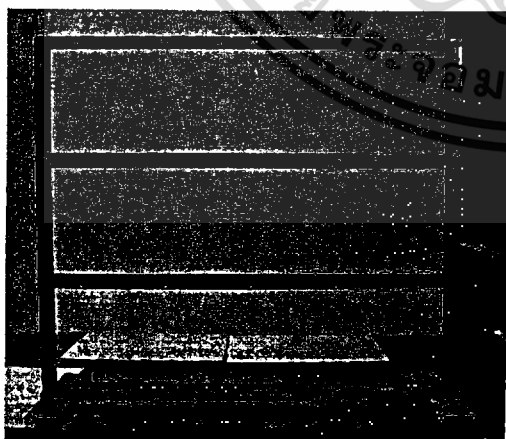
2. รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ดร.วิบูลย์ ชื่นแขก คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

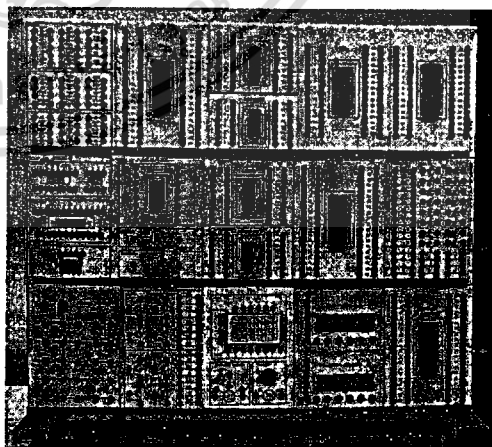
4. นาย ชำนาญ ปัญญาใส หัวหน้างานวิจัยออกแบบวงจรรวม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

5. นาย วัชรกร หนูทอง ผู้ช่วยหัวหน้างานวิจัยออกแบบวงจรรวม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติและกรรมการผู้จัดการบริษัท Silicon Soft จำกัด
แล้วนำเสนอแนะมาปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณา

1.6 นำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 (เครื่องต้นแบบ) และใบงานการทดลองพร้อมด้วยคู่มือการใช้งาน ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วให้กับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เครื่องมือมีคุณภาพยิ่งขึ้น

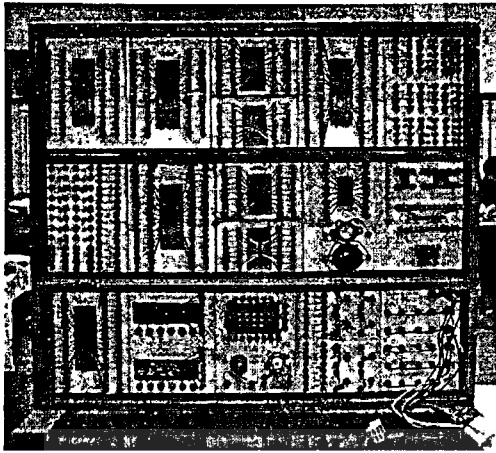


ก. โครงสร้างชุดฝึก

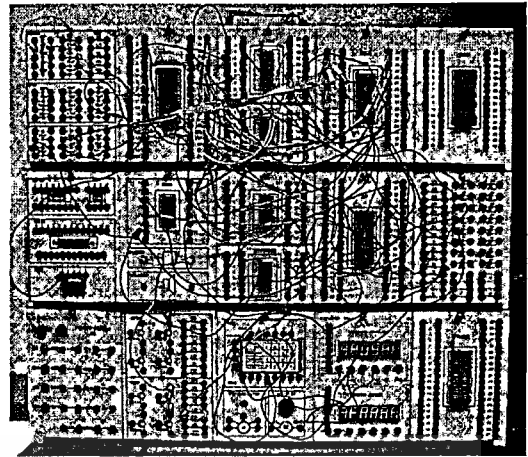


ข.บอร์ดแผงทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



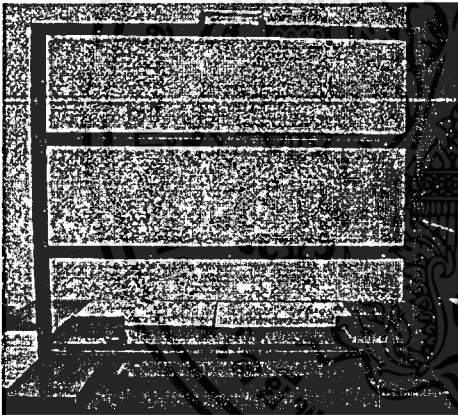
ก.ด้านหลัง



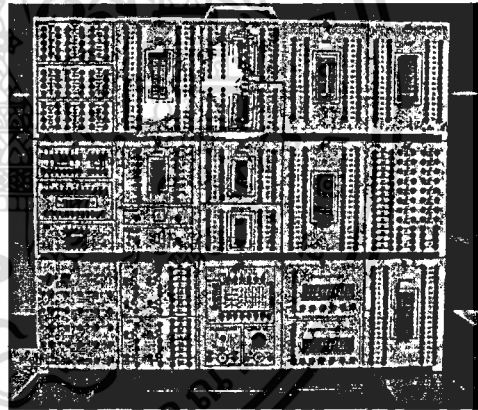
ง.การใช้สายเชื่อมต่อ

ภาพที่ 3.3 ภาพก่อนการปรับปรุงชุดฝึก

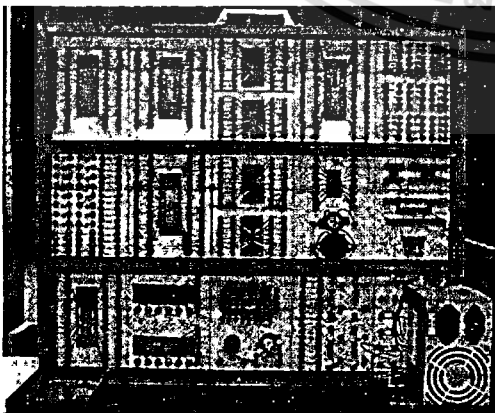
1.7 นำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และ ใบงานการทดลองพร้อมด้วยคู่มือการใช้งานที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้กลุ่มตัวอย่าง ประเมิน



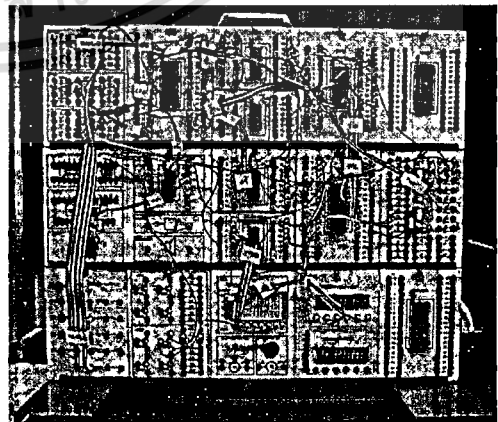
ก.โครงใส่ชุดฝึก



ข.บอร์ดแผงทดลอง



ค.ด้านหลัง

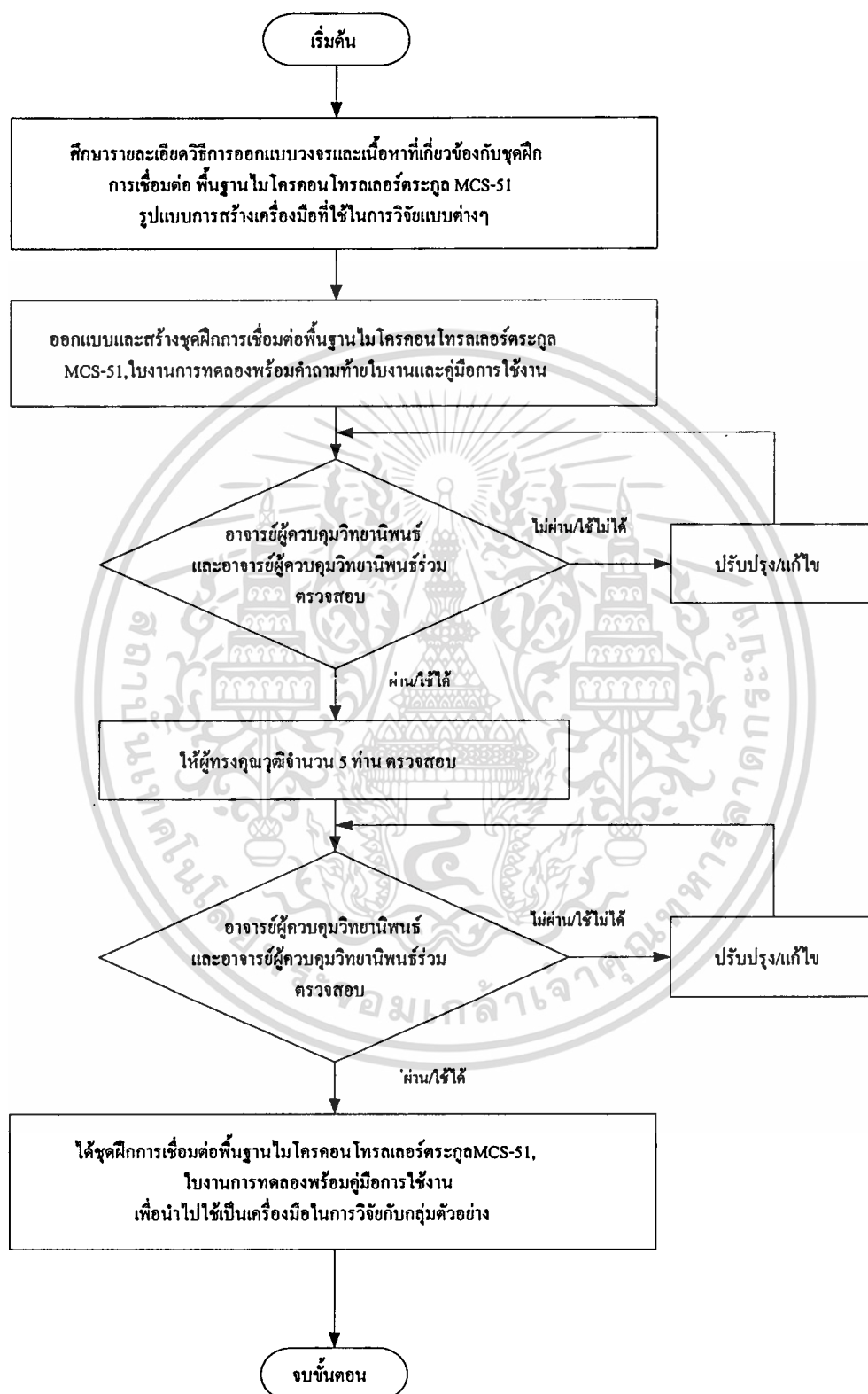


ง.การใช้สายเชื่อมต่อ

ภาพที่ 3.4 ภาพหลังการปรับปรุงชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากขั้นตอนการสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51
และใบงานการทดลอง สรุปได้ตามภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แผนผังขั้นตอนการสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสาร MCS-51 นี้ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จากตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541:128) มีเกณฑ์ การให้คะแนน ดังนี้

คุณภาพระดับดีมาก	กำหนดคะแนนเท่ากับ	5	คะแนน
คุณภาพระดับดี	กำหนดคะแนนเท่ากับ	4	คะแนน
คุณภาพระดับปานกลาง	กำหนดคะแนนเท่ากับ	3	คะแนน
คุณภาพระดับพอใช้	กำหนดคะแนนเท่ากับ	2	คะแนน
คุณภาพระดับควรปรับปรุง	กำหนดคะแนนเท่ากับ	1	คะแนน

โดยกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่ใช้ได้ต้องอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย และแต่ละรายการต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ได้คะแนนระดับ 3.50 ขึ้นไป

2.3 เขียนรายละเอียดการประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยแบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 2 ด้าน คือ

(1) ด้านเนื้อหา

(2) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

2.4 นำแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อขอคำแนะนำพร้อมปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและเหมาะสม

2.5 นำแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วให้กับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เครื่องมือมีคุณภาพ

2.6 นำแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่สร้างเสร็จแล้วนำไปให้กับผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านตรวจสอบ ความเที่ยงตรง (Content Validity) ของแบบประเมินโดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (Index of Item – Objective Congruency) ในด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ. 2534 : 177) โดยพิจารณาจากความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- +1 แน่ใจว่าประเมินได้ สำหรับรายการประเมินที่ วัดได้ตรง
 0 ไม่แน่ใจว่าประเมินได้ สำหรับรายการประเมินที่ ไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรง
 -1 แน่ใจว่าประเมินไม่ได้ สำหรับรายการประเมินที่ วัดไม่ได้

โดยใช้สูตรเทคนิคIOC และเลือกข้อที่มีค่า $IOC \geq 0.50$ ส่วนข้อที่มีค่า < 0.50 ปรับปรุง

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ดังรายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบประเมินดังต่อไปนี้

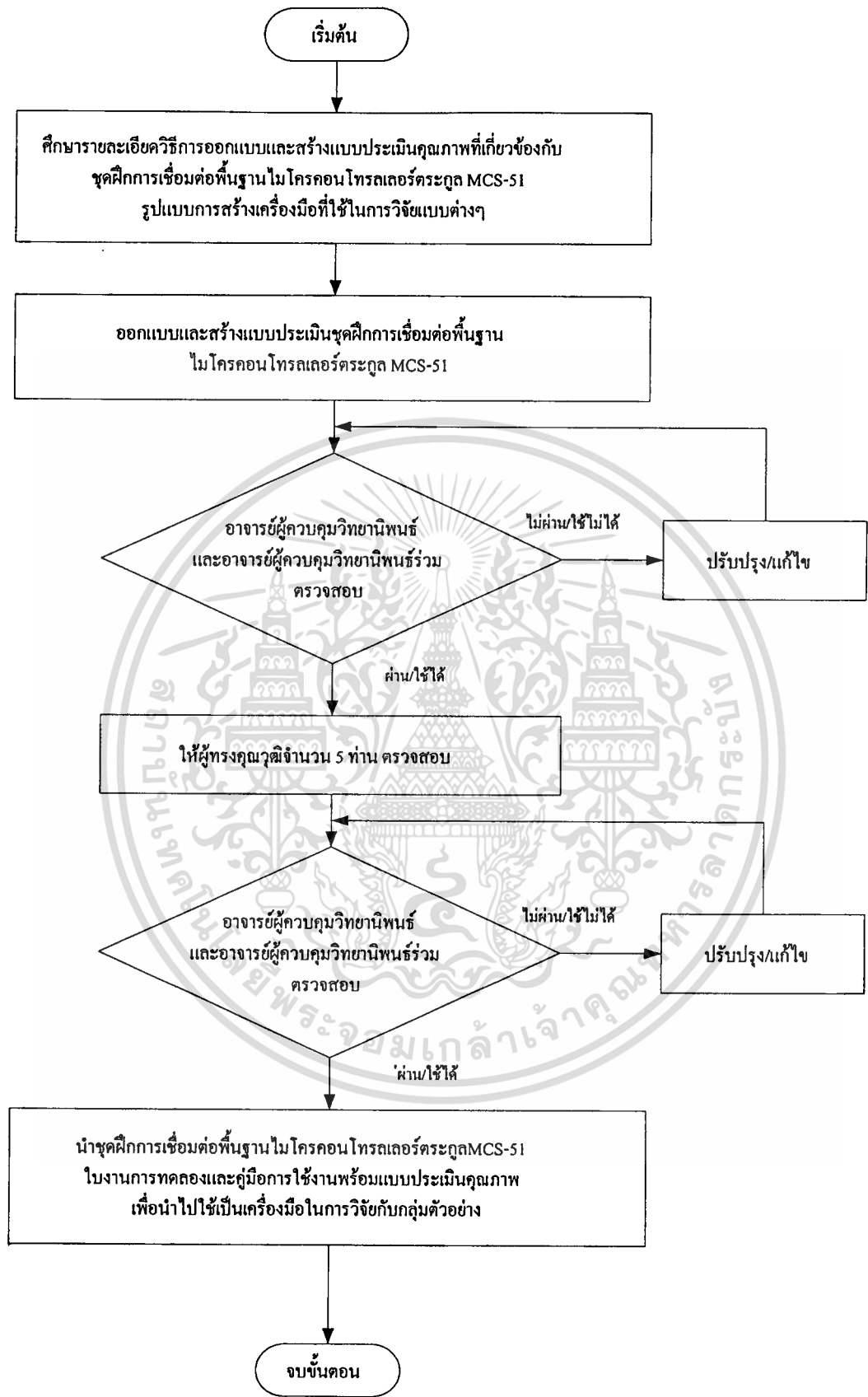
1. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 2. รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 3. ดร.วิบูลย์ ชื่นแขก คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
 4. นาย ชำนาญ ปัญญาใส หัวหน้างานวิจัยออกแบบวงจรรวม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
 5. นาย วัชรกร หนูทอง ผู้ช่วยหัวหน้างานวิจัยออกแบบ วงจรรวม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติและกรรมการผู้จัดการบริษัท Silicon Soft จำกัด
- แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณา

2.7 นำแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วให้กับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เครื่องมือมีคุณภาพยิ่งขึ้น

3. นำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, ใบงานการทดลองและคู่มือการใช้งานและ แบบประเมินคุณภาพที่สร้างเสร็จแล้ว นำไปใช้ในการหาคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

จากขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 สรุปได้ตามภาพที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 แผนผังขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3' การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทำเป็นขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. บัณฑิตเสนอขออนุญาตให้งานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ออกหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยนำหนังสือของบัณฑิตวิทยาลัย โครงร่างวิทยานิพนธ์ แบบประเมินคุณภาพ พร้อมทั้งรายชื่อวิทยาลัยเทคนิคที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเสนอต่อผู้อำนวยการวิทยาลัยและออกหนังสือขอความร่วมมือไปยังผู้อำนวยการวิทยาลัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
3. ผู้วิจัยนำหนังสือ ที่บัณฑิตวิทยาลัย ออกให้ แล้วนั้น เดินทางไปเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พร้อมใบงานการทดลองและแบบประเมินคุณภาพ ไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยมีการกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

4.50-5.00 คุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 อยู่ในระดับดีมาก

3.50-4.49 คุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 อยู่ในระดับดี

2.50-3.49 คุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 อยู่ในระดับปานกลาง

1.50-2.49 คุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 อยู่ในระดับพอใช้

1.00-1.49 คุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 อยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่ใช้ได้ต้องอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย และแต่ละรายการต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ได้คะแนนระดับ 3.50 ขึ้นไป (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 128)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาประเมินหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตรดังนี้

3.5.1 ค่ามัธยฐานเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 107)

จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมดในกลุ่ม

3.5.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 107)

จากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[\frac{\sum fx}{N} \right]^2}$$

เมื่อ $\sum fx$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum fx^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมดในกลุ่ม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการประเมินหาคุณภาพ 2 ด้านคือด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินที่ผู้วิจัยได้ทำขึ้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

4.1 ผลการประเมินหาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเนื้อหา

4.2 ผลการประเมินหาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

4.1 ผลการประเมินหาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเนื้อหา

ผลการประเมินหาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเนื้อหา ที่มีต่อการออกแบบชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยประกอบกับใบงานการทดลองพร้อมคู่มือการใช้งาน เป็นคุณภาพทางด้านเนื้อหาซึ่งได้จากแบบประเมินด้านเนื้อหาใบงานการทดลองและการเรียนรู้ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มี 16 ใบงานการทดลองมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเนื้อหา ไปงานการทดลองที่ 1-4 (N=14)

รายการ	ไปงานการทดลองที่ 1			ไปงานการทดลองที่ 2			ไปงานการทดลองที่ 3			ไปงานการทดลองที่ 4		
	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ
1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของไปงาน	4.42	0.48	ดี	4.60	0.57	ดีมาก	4.60	0.40	ดีมาก	4.20	0.41	ดี
2.เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อไปงาน	4.57	0.48	ดีมาก	4.40	0.40	ดี	4.20	0.41	ดี	4.30	0.48	ดี
3.กลีขี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในไปงานมีความเหมาะสม	4.40	0.50	ดี	4.40	0.41	ดี	4.30	0.50	ดี	4.20	0.51	ดี
4.ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในไปงาน	4.28	0.51	ดี	4.40	0.60	ดี	4.20	0.40	ดี	4.20	0.55	ดี
5.ไปงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร	4.57	0.55	ดีมาก	4.20	0.55	ดี	4.20	0.50	ดี	4.50	0.40	ดีมาก
6.ไปงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน	4.31	0.40	ดี	4.60	0.20	ดีมาก	4.50	0.40	ดีมาก	4.30	0.55	ดี
7.ไปงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจในการเรียนรู้	4.35	0.55	ดี	3.80	0.40	ดี	4.30	0.50	ดี	4.60	0.24	ดีมาก
8.ไปงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้	4.85	0.24	ดีมาก	4.60	0.50	ดีมาก	4.40	0.30	ดี	3.80	0.57	ดี
9.คำถามท้ายไปงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น	4.50	0.57	ดีมาก	4.20	0.30	ดี	4.50	0.50	ดีมาก	4.60	0.40	ดีมาก
10.คำถามท้ายไปงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับไปงานการทดลอง	4.35	0.45	ดี	4.20	0.40	ดี	4.30	0.42	ดี	4.20	0.41	ดี
11.ไปงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆไป	4.42	0.65	ดี	4.80	0.61	ดีมาก	4.20	0.43	ดี	4.35	0.60	ดี
12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	4.57	0.61	ดีมาก	4.70	0.40	ดีมาก	4.40	0.46	ดี	4.35	0.55	ดี
รวม	4.46	0.49	ดี	4.40	0.44	ดี	4.34	0.43	ดี	4.30	0.47	ดี

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเนื้อหา ไปงานการทดลองที่ 5-8 (N=14)

รายการ	ไปงานการทดลองที่ 5				ไปงานการทดลองที่ 6				ไปงานการทดลองที่ 7				ไปงานการทดลองที่ 8			
	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	ระดับ
1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของไปงาน	4.80	0.30	ดีมาก	4.60	0.40	ดีมาก	4.60	0.50	ดีมาก	4.20	0.41	ดี	4.20	0.41	ดี	ดี
2.เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อไปงาน	3.90	0.50	ดี	4.20	0.40	ดี	4.20	0.40	ดีมาก	4.50	0.50	ดีมาก	4.50	0.50	ดีมาก	ดีมาก
3.क्ति์เชิงลำดับขั้นการทดลองในไปงานมีความเหมาะสม	4.20	0.40	ดี	4.30	0.50	ดี	4.40	0.30	ดี	4.80	0.30	ดีมาก	4.80	0.30	ดีมาก	ดีมาก
4.ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในของไปงาน	4.50	0.43	ดีมาก	4.20	0.40	ดี	4.20	0.60	ดี	4.50	0.40	ดีมาก	4.50	0.40	ดีมาก	ดีมาก
5.ไปงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร	4.40	0.55	ดี	4.20	0.50	ดี	4.40	0.55	ดี	4.40	0.30	ดีมาก	4.40	0.30	ดีมาก	ดีมาก
6.ไปงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน	4.00	0.50	ดี	4.40	0.55	ดี	4.40	0.45	ดี	4.40	0.30	ดี	4.40	0.30	ดี	ดี
7.ไปงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจในการเรียนรู้	4.43	0.60	ดี	4.30	0.50	ดี	4.44	0.43	ดี	4.80	0.30	ดีมาก	4.80	0.30	ดีมาก	ดีมาก
8.ไปงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้	4.50	0.54	ดีมาก	4.00	0.50	ดี	4.48	0.41	ดี	4.40	0.55	ดี	4.40	0.55	ดี	ดี
9.คำถามท้ายไปงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น	4.30	0.41	ดี	4.50	0.50	ดีมาก	4.60	0.50	ดีมาก	4.20	0.43	ดี	4.20	0.43	ดี	ดี
10.คำถามท้ายไปงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับไปงานการทดลอง	4.20	0.40	ดี	4.30	0.42	ดี	4.45	0.47	ดี	4.20	0.40	ดี	4.20	0.40	ดี	ดี
11.ไปงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้การสอนทั่วไป	4.22	0.60	ดี	4.80	0.30	ดีมาก	4.30	0.60	ดี	4.30	0.50	ดี	4.30	0.50	ดี	ดี
12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	4.21	0.40	ดี	4.40	0.46	ดี	4.30	0.50	ดี	4.20	0.40	ดี	4.20	0.40	ดี	ดี
รวม	4.30	0.46	ดี	4.35	0.45	ดี	4.43	0.47	ดี	4.44	0.39	ดี	4.44	0.39	ดี	ดี

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเนื้อหา ในงานการทดลองที่ 9-12 (N=14)

รายการ	ในงานการทดลองที่ 9				ในงานการทดลองที่ 10				ในงานการทดลองที่ 11				ในงานการทดลองที่ 12			
	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$
1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของงาน	4.50	0.40	ดีมาก	4.20	0.41	ดี	4.80	0.45	ดีมาก	4.30	0.55	ดี	4.30	0.55	ดี	ดี
2.เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อในงาน	4.00	0.50	ดี	4.50	0.50	ดีมาก	4.30	0.41	ดี	4.35	0.60	ดี	4.35	0.60	ดี	ดี
3.คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองในงานมีความเหมาะสม	4.40	0.30	ดี	4.80	0.30	ดีมาก	4.20	0.42	ดี	4.60	0.40	ดีมาก	4.60	0.40	ดีมาก	ดีมาก
4.ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในงาน	4.40	0.55	ดี	4.20	0.40	ดี	4.40	0.50	ดี	4.20	0.41	ดี	4.20	0.41	ดี	ดี
5.ในงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร	4.43	0.60	ดี	4.20	0.40	ดี	4.00	0.50	ดี	4.20	0.43	ดี	4.20	0.43	ดี	ดี
6.ในงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน	3.90	0.50	ดี	4.20	0.41	ดี	4.40	0.40	ดี	4.60	0.24	ดีมาก	4.60	0.24	ดีมาก	ดีมาก
7.ในงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจในการเรียนรู้	4.30	0.41	ดี	4.80	0.30	ดีมาก	4.40	0.50	ดี	4.30	0.48	ดี	4.30	0.48	ดี	ดี
8.ในงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้	4.22	0.60	ดี	4.21	0.40	ดี	4.20	0.60	ดี	4.80	0.30	ดีมาก	4.80	0.30	ดีมาก	ดีมาก
9.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น	4.40	0.55	ดี	4.80	0.30	ดีมาก	4.20	0.45	ดี	4.35	0.55	ดี	4.35	0.55	ดี	ดี
10.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับใบงานการทดลอง	4.50	0.43	ดีมาก	4.20	0.40	ดี	4.40	0.45	ดี	4.20	0.51	ดี	4.20	0.51	ดี	ดี
11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆ	4.50	0.54	ดีมาก	4.30	0.50	ดี	4.50	0.42	ดีมาก	4.50	0.40	ดีมาก	4.50	0.40	ดีมาก	ดีมาก
12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	4.20	0.40	ดี	4.20	0.55	ดี	4.50	0.63	ดีมาก	3.80	0.57	ดี	3.80	0.57	ดี	ดี
รวม	4.31	0.48	ดี	4.38	0.40	ดี	4.35	0.48	ดี	4.35	0.45	ดี	4.35	0.45	ดี	ดี

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเนื้อหา ในงานการทดลองที่ 13-16 (N=14)

รายการ	ใบงานการทดลองที่ 13			ใบงานการทดลองที่ 14			ใบงานการทดลองที่ 15			ใบงานการทดลองที่ 16		
	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ
1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน	4.50	0.48	ดีมาก	4.40	0.50	ดี	4.40	0.50	ดี	4.40	0.51	ดี
2.เนื้อหาเหมาะสมกับความสนใจของนักเรียน	3.50	0.50	ดี	4.20	0.40	ดี	3.50	0.50	ดี	3.50	0.50	ดี
3.ลักษณะลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความเหมาะสม	4.60	0.48	ดีมาก	4.20	0.30	ดี	4.40	0.57	ดี	4.30	0.40	ดี
4.ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในของใบงาน	4.40	0.51	ดี	4.40	0.60	ดี	4.50	0.55	ดีมาก	4.20	0.55	ดี
5.ใบงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร	4.50	0.55	ดีมาก	4.20	0.55	ดี	4.40	0.57	ดี	4.20	0.24	ดี
6.ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน	4.30	0.40	ดี	4.20	0.45	ดี	4.60	0.65	ดีมาก	4.40	0.57	ดี
7.ใบงานการทดลองมีลักษณะดึงดูดใจ น่าสนใจในการเรียนรู้	4.20	0.55	ดี	4.50	0.43	ดีมาก	4.50	0.55	ดีมาก	4.50	0.55	ดีมาก
8.ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้	4.20	0.24	ดี	4.20	0.41	ดี	4.50	0.43	ดีมาก	4.50	0.55	ดีมาก
9.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น	4.40	0.57	ดี	4.30	0.50	ดี	4.50	0.55	ดีมาก	4.40	0.57	ดี
10.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับใบงานการทดลอง	4.50	0.45	ดีมาก	4.50	0.47	ดีมาก	4.40	0.60	ดี	4.40	0.57	ดี
11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้การสอนต่างๆไป	4.60	0.65	ดีมาก	3.89	0.60	ดี	4.40	0.60	ดี	4.50	0.55	ดีมาก
12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	4.80	0.61	ดีมาก	4.40	0.50	ดี	4.50	0.55	ดีมาก	4.50	0.55	ดีมาก
รวม	4.37	0.50	ดี	4.28	0.47	ดี	4.38	0.55	ดี	4.32	0.50	ดี

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาใบงานการทดลองที่ 1-4 ได้ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 1 การเชื่อมต่อตามวงจรและการใช้งานชุดฝึก พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.49

ใบงานการทดลองที่ 2 รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.44

ใบงานการทดลองที่ 3 การอ้างตำแหน่งและการโอนย้ายข้อมูล พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.43

ใบงานการทดลองที่ 4 คำสั่งทางคณิตศาสตร์ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาใบงานการทดลองที่ 5-8 ได้ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 5 คำสั่งการกระโดดและเรียกโปรแกรมย่อย พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47

ใบงานการทดลองที่ 6 คำสั่งทางลอจิก พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45

ใบงานการทดลองที่ 7 การเชื่อมต่อพอร์ต LED พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47

ใบงานการทดลองที่ 8 การเชื่อมต่อกับสวิตช์ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.39

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาใบงานการทดลองที่ 9-12 ได้ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 9 การใช้งานแบบบิต (BOOLEAN) พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48

ใบงานการทดลองที่ 10 การขยายพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.40

ใบงานการทดลองที่ 11 การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED 7 SEGMENTS พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48

ใบงานการทดลองที่ 12 การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED DOT MATRIX พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาใบงานการทดลองที่ 13-16 ได้ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 13 การเชื่อมต่อพอร์ตกับสวิทช์แบบเมตริกซ์ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.50

ใบงานการทดลองที่ 14 การใช้งานอินเตอร์รัพต์ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47

ใบงานการทดลองที่ 15 การใช้งานตัวตั้งเวลา/ตัวนับ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55

ใบงานการทดลองที่ 16 การใช้งานพอร์ตอนุกรม พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.50

สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยภาพรวมทั้ง 16 ใบงานการทดลอง พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46

4.2 ผลการประเมินหาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ผลการประเมินหาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ที่มีต่อการออกแบบและสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยประกอบกับใบงานการทดลองพร้อม คู่มือการใช้งานวัดได้จากการทำแบบประเมินด้านการออกแบบและการใช้งานของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งได้จากแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ รายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (N=14)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นสะดวกในการนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆไป	4.86	0.30	ดีมาก
2.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมที่ใช้ประกอบการเรียนรู้	4.78	0.41	ดีมาก
3.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในระดับ ปวส	4.78	0.41	ดีมาก
4.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีลักษณะดูน่าสนใจในการเรียนรู้	4.73	0.41	ดีมาก
5.ขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อที่ออกแบบมีความเหมาะสม	4.64	0.61	ดีมาก
6.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.57	0.46	ดีมาก
7.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง	4.50	0.62	ดีมาก
8.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการเรียนการสอน	4.43	0.49	ดี
9.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้	4.43	0.49	ดี
10.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นสามารถแยกแยะหัวข้อการสอนได้	4.40	0.50	ดี
11.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นง่ายและสะดวกต่อการซ่อมแซมดูแลรักษา	4.40	0.40	ดี
12.วัสดุที่ใช้ในสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานหาซื้อง่ายและสะดวก	4.30	0.40	ดี
รวม	4.56	0.45	ดีมาก

จากตารางที่ 4.5 สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยภาพรวมของชุดแพคเกจพร้อมคู่มือการใช้งานพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่ายู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พร้อมทั้งหาคุณภาพ โดยสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2. เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานง่ายเหมาะแก่การเรียนการสอน และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปหรือมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูอาจารย์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มภาคกลาง สังกัดกรมอาชีวศึกษา ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 14 วิทยาลัย (กรมอาชีวศึกษา. 2543)

5.2.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูอาจารย์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มภาคกลาง สังกัดกรมอาชีวศึกษา จำนวน 14 วิทยาลัย (กรมอาชีวศึกษา. 2543) โดยผู้วิจัยใช้วิธีการกำหนดวิทยาลัยละ 1 ท่าน ที่ทำการสอนในวิชาไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วย

1.1 ชุดแผงทดลองพร้อมคู่มือการใช้งาน

1.2 ใบงานการทดลองพร้อมคำถามท้ายใบงาน

2. แบบประเมินคุณภาพ ของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผู้วิจัยได้ทำการหาคุณภาพโดยแบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย ใบงานการทดลอง 16 ใบงานพร้อมคู่มือการใช้งาน นำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการประเมินจากแบบประเมินที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพ

2. จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่างทั้งทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาวิเคราะห์ เพื่อหาคุณภาพ ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ต่อไป

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งการวิเคราะห์คุณภาพผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำการประเมินตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดยแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แล้วนำมาประเมินหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่า ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานง่ายเหมาะแก่การเรียนการสอน และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปหรือมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถนำมาสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

จากตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาใบงานการทดลองที่ 1-4 ได้ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 1 การเชื่อมต่อตามวงจรและการใช้งานชุดฝึก พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.49 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการข้อ 2. เนื้อหาทฤษฎีมีความ

เหมาะสมกับหัวข้อใบงาน ข้อ 4. ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในของใบงาน ข้อ 5. ใบงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร ข้อ 6. ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน ข้อ 11. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆไป มีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 2 รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.44 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ 1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน ข้อ 6. ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน ข้อ 8. ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ ข้อ 9. คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น ข้อ 11. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆไปมีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 3 การอ้างตำแหน่งและการโอนย้ายข้อมูล พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.43 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ 1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน ข้อ 6. ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน ข้อ 9. คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้นมีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 4 คำสั่งทางคณิตศาสตร์ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการข้อ 5. ใบงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร ข้อ 7. ใบงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจในการเรียนรู้ ข้อ 9. คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้นมีคุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาใบงานการทดลองที่ 5-8 ได้ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 5 คำสั่งการกระโดดและเรียกโปรแกรมย่อย พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ 1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน ข้อ 4. ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในของใบงาน ข้อ 8. ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้มีคุณภาพดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 6 คำสั่งทางลอจิก พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงานข้อ9.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น ข้อ11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆไปมีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 7 การเชื่อมต่อพอร์ต LED พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน ข้อ2.เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อใบงาน ข้อ9.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้นมีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 8 การเชื่อมต่อกับสวิทช์ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.39 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ2.เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อใบงาน ข้อ3.คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองในใบงานมีความเหมาะสม ข้อ4.ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในของใบงาน ข้อ5.ใบงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร ข้อ7.ใบงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจ น่าสนใจในการเรียนรู้มีคุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาใบงานการทดลองที่ 9-12 ได้ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 9 การใช้งานแบบบิต(BOOLEAN) พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน ข้อ10.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับใบงานการทดลอง ข้อ11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆไปมีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 10 การขยายพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.40 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ2.เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อใบงาน ข้อ3.คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองในใบงานมีความเหมาะสม ข้อ6.ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน ข้อ9.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับ

เอกสารวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้นมีคุณภาพดีมากเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 11 การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED 7 SEGMENTS พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน ข้อ11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วๆไป ข้อ12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริงมีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 12 การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED DOT MATRIX พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ3.คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองในใบงานมีความเหมาะสม ข้อ6.ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน ข้อ8.ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ ข้อ11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วๆไปมีคุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาใบงานการทดลองที่13-16 ได้ดังนี้

ใบงานการทดลองที่ 13 การเชื่อมต่อพอร์ตกับสวิทช์แบบเมตริกซ์ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.50 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน ข้อ3.คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองในใบงานมีความเหมาะสม ข้อ5.ใบงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร ข้อ10.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับใบงานการทดลอง ข้อ11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วๆไป ข้อ12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริงมีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 14 การใช้งานอินเตอร์พอร์ต พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ6.ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน ข้อ7.ใบงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจ น่าสนใจในการเรียนรู้มีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 15 การใช้งานตัวตั้งเวลา/ตัวนับ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ4.ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในของใบงาน ข้อ6.ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน ข้อ7.ใบงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจ น่าสนใจในการเรียนรู้

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ8.ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ ข้อ9.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น ข้อ12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง มีคุณภาพดีมาก

ใบงานการทดลองที่ 16 การใช้งานพอร์ตอนุกรมพบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.50 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นทางด้านเนื้อหาประเมินให้รายการ ข้อ7.ใบงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจในการเรียนรู้ ข้อ8.ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ ข้อ11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนทัวๆไป ข้อ12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง มีคุณภาพดีมาก

สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเนื้อหาของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยภาพรวมทั้ง 16 ใบงานการทดลอง พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่ายู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46

สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยภาพรวมของชุดแฟ้มทดลองพร้อมคู่มือการใช้งาน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่ายู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45

5.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย โดยความเห็นจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 14 วิทยาลัยในภาพรวมด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดแฟ้มทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45

จากการประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยความเห็นจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 14 วิทยาลัย เกี่ยวกับใบงานการทดลองได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 ซึ่งถือได้ว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์โดยทั้ง 16 ใบงานการทดลอง อยู่ในระดับดีขึ้นไป เนื่องจากออกแบบและการกำหนดลำดับขั้นในการเรียนรู้การทำใบงานการทดลองของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างชัดเจน การจัดทำทฤษฎีมีเหมาะสมในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในขณะที่ทำการศึกษาและทดลอง ใบงานการทดลองทั้ง 16 ใบงานที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนทัวๆไปโดยให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ทักษะ รู้จริงและเข้าใจในด้านต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างไมโครบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ผลการวิจัยพบว่าวงจรและ ไมโครบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านการศึกษาในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.60 ซึ่งคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876ที่ได้นี้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จากการประเมินคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยความเห็นจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 14 ท่าน เกี่ยวกับชุดแผนทดลองทั้ง 15 บอร์ดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 ซึ่งถือได้ว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป เนื่องจากการออกแบบชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51ที่สร้างขึ้นสะดวกในการนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆไปโดยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่ 4.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.30 ส่วนความเหมาะสมที่ใช้ประกอบการเรียนรู้และมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในระดับ ปวส มีค่าเฉลี่ยรองลงมาที่ 4.78 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.41 ส่วนลักษณะจุดที่น่าสนใจในการเรียนรู้ ขนาด น้ำหนัก ความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ความเหมาะสมที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ และความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆที่เกี่ยวข้องอยู่ในระดับดีมาก ส่วนความปลอดภัยต่อการเรียนการสอน การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ การใช้วัสดุที่หาซื้อง่ายและสะดวก ในการเรียนรู้ในการซ่อมแซมดูแลรักษาก็ง่ายและสะดวก อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างไมโครบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ผลการวิจัยพบว่าวงจรและ ไมโครบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านวิศวกรรมในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.58 ซึ่งคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876ที่ได้นี้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ดังนั้นการพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพดีโดยประเมินจากการประเมินคุณภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยความเห็นจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 14 ท่าน ด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้คือคุณภาพที่ดีจะต้องได้ค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 ขึ้นไป จากการประเมินทั้ง 2 ด้านมีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ว่าความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานง่ายเหมาะแก่การเรียนการสอน และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปหรือมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปและยังสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ผลการวิจัยพบว่าวงจรและโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านการศึกษาในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.60 และมีคุณภาพทางด้านวิศวกรรมในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.58 ซึ่งคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876ที่ได้นี้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย และงานวิจัยของพิพิธ ดันเจริญ (2546 : 72-73) ได้ทำการวิจัยในเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกโทรทัศน์สีวิชาปฏิบัติโทรทัศน์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดฝึกโทรทัศน์สีโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกโทรทัศน์สีด้านเนื้อหาและใบงานที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมากได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 และคุณภาพของชุดฝึกโทรทัศน์สีโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกโทรทัศน์สีด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51ในการนำไปใช้งาน

- 1.ในการใช้ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผู้สอนควรให้นักศึกษาได้ลงมือเชื่อมต่อด้วยตนเอง
- 2.ผู้สอนชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะต้องมีความชำนาญเมื่อต้องตรวจแก้ให้นักศึกษา
- 3.นอกเหนือจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในใบงานแล้ว ผู้สอนควรแนะนำให้นักศึกษาได้ทดลองประยุกต์การใช้งานโดยใช้ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 4.ควรมีการเพิ่มเติมบอร์ดอื่นๆที่จะใช้งานนอกจากบอร์ดที่มีอยู่
- 6.ควรนำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในสถาบันอื่นๆเพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพให้ได้มาตรฐานที่สูงขึ้น
- 7.สถานศึกษาควรส่งเสริมให้ครูผู้สอนมีการแสวงหาความรู้ เพื่อใช้ในการสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานต่างๆ ที่ได้มาตรฐาน

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นๆ เพื่อความสมบูรณ์ของรายวิชานั้น
2. ควรมีการนำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ทดลองกับผู้เรียนในสถานศึกษาเพื่อนำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไปปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพให้ได้มาตรฐานที่สูงขึ้น
3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานในเนื้อหาวิชาอื่นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ
4. ควรศึกษาตัวแปรต่างๆ เช่น ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติ เป็นต้น
5. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยนำชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เปรียบเทียบ กับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนทั่วไปในหลักสูตรระยะสั้น นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. 2542. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.

กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2543. ทำเนียบสถานศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา 2543
กรุงเทพฯ.

กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. สถิติข้อมูลข้าราชการครู-อาจารย์จำแนกตาม
คณะ/แผนกวิชา สังกัดกองวิทยาลัยเทคนิคกรมอาชีวศึกษา ปีการศึกษา 2544. กรุงเทพฯ.

ถนนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาจรรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : วงกลมโปรดักชั่น.

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2541. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). ดวงกลมสมัย.

บุญชม ศรีสะอาด. 2543. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : บริษัท สุวีริยาสาส์น จำกัด

ปรเมษฐ์ ประณยานันท์. 2538. คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์
MCS-51. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2541. เอกสารประกอบการเรียนวิชา การวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิพิธ ต้นเจริญ. 2546. “การพัฒนาชุดฝึกโทรทัศน์สี วิชาปฏิบัติโทรทัศน์2 หลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขา
วิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัท ที.พี.พรินท์.จำกัด

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2534 .เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์ส่งเสริมวิชาการ

วัชรกร หนูทอง. 2542. “การออกแบบและสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้FPGA” วิทยานิพนธ์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วัลลภ จันทรตระกูล. 2543. สื่อการเรียนการสอน Instructional Media 200231.พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี . 2544-2545 .รายงานผลการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี 2544-

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 2545.กรุงเทพฯ :งานเอกสารการพิมพ์.ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วีรพันธ์ ดิฉันเสน. 2538. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชา เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม เรื่องการวัดโดยระบบนิวเมติก.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศักรินทร์ โสนันตะ. 2542. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชา 111-363 ปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสาร” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศิริพงษ์ เสาภาน. 2546. การวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท นู๊ค พอยท์ จำกัด
- สมศักดิ์ กระจายศรี. 2541. “ปัญหาการจัดวัสดุฝึกงานของวิทยาลัยเทคนิค ภาควัฒนออกเฉียงเหนือ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุชาติ วงศ์พิพันธ์. 2542. “ปัญหาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ตามความคิดเห็นของครูผู้สอนโรงเรียนเอกชนอาชีวศึกษา เขตการศึกษา 12” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี. 2546. “การออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายสุนทร ก้องสินธุ์ รหัสประจำตัว 44064606 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การสร้างและหาคุณภาพชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 (TO ASSESS THE QUALITY OF THE TECHNIQUES USED IN CONNECTING BASIC MICROCONTROLLER MCS-51)" โดยมี ดร.สุรสิทธิ์ รัตวี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.สมศักดิ์ มิตะถา เป็นอาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2546

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2546

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก วีระเชษฐ์ ชันเงิน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 0681

วันที่ ๖ กันยายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.สมยศ จุณณะปิยะ

ด้วย นายสุนทร ก้องสินธุ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่าน จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายสุนทร ก้องสินธุ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 0681

วันที่ ๖ กันยายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล

ด้วย นายสุนทร ก้องสินธุ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายสุนทร ก้องสินธุ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ศธ 0524.04 / 0681

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ กันยายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.วิบูลย์ ชื่นแขก

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุนทร ก้องสินธุ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายสุนทร ก้องสินธุ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 3264325

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 0681

คณะกรรมการอำนวยการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ กันยายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายชำนาญ ปัญญาใส

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุนทร ก้องสินธุ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51”

คณะกรรมการอำนวยการพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายสุนทร ก้องสินธุ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325 สารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 0681

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ กันยายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายวัชรกร หนูทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุนทร ก้องสินธุ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายสุนทร ก้องสินธุ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 1160

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

7 ตุลาคม 2546

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

- สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบประเมินคุณภาพ จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุนทร ก้องสินธุ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมการไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างและหาคุณภาพชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS- 51” และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2546 คณะกรรมการอุดมศึกษาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายสุนทร ก้องสินธุ์ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 1160

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๗ ตุลาคม 2546

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
 2. แบบประเมินคุณภาพ จำนวน 1 ชุด
 3. รายชื่อสถานศึกษาที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายสุนทร ก้องสินธุ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมการไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างและหาคุณภาพชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS- 51” และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2546 คณะกรรมการอุดมศึกษาจึงขอกความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้ นายสุนทร ก้องสินธุ์ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
การพิมพ์ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

ใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 1

การเชื่อมต่อตามวงจรและการใช้วงจรชุดฝึก

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถต่อวงจรตามแบบที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง
2. นักศึกษาสามารถทดสอบวงจรที่ต่อได้
3. นักศึกษาสามารถบอกความแตกต่างเมื่อเปลี่ยนค่า Crystal ค่าต่างๆได้
4. นักศึกษาสามารถคำนวณเพื่อหาค่า Resister และ Condencer เพื่อต่อเป็นวงจรรีเซตได้
5. นักศึกษาสามารถบอกถึงความแตกต่างเมื่อเปลี่ยนค่าของวงจรรีเซตได้

ทฤษฎี

1. สถาปัตยกรรมของ ไมโครโปรเซสเซอร์

สถาปัตยกรรม (Architecture) ของระบบคอมพิวเตอร์มีหลากหลายรูปแบบเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ ให้สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์แบบอนุกรม(Pipe line) คอมพิวเตอร์แบบขนาน (Parallel) เป็นต้น

1.1 สถาปัตยกรรมแบบ John von Neumann

สถาปัตยกรรมของ ไมโครโปรเซสเซอร์ พื้นฐานโดยทั่วไปในแนวความคิดที่ว่า หน่วยเก็บความจำโปรแกรมและหน่วยเก็บข้อมูลใช้ บัสร่วมกัน

1.2 สถาปัตยกรรมแบบ Harvard

สถาปัตยกรรมของ ไมโครโปรเซสเซอร์ อีกแบบหนึ่งที่ใช้แนวความคิดที่ว่า หน่วยเก็บความจำโปรแกรมและหน่วยเก็บข้อมูล มีบัสเป็นของตัวเองไม่ว่าจะเป็น แอดเดรส หรือ เดต้า บัส ไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถติดต่อหน่วยความจำทั้งสองได้พร้อมกัน ซึ่งจะเพิ่มความเร็วในการทำงานได้มากขึ้น

1.3 สถาปัตยกรรมแบบชุดคำสั่ง เช่น RISC, CISC

สถาปัตยกรรมชุดคำสั่งแบบ CISC (Complex instruction set computer) เป็นชุดคำสั่งที่ใช้กับไมโครโปรเซสเซอร์ พื้นฐานโดยทั่วไป ที่มีชุดคำสั่งจำนวนมาก มีความซับซ้อนของคำสั่งมาก เพื่อให้การเขียนโปรแกรมมีขนาดเล็กและใช้หน่วยความจำน้อยลง ข้อเสียคือ ทำให้วงจรลอจิกคำสั่งมีขนาดใหญ่เป็นสาเหตุให้ทำงานช้าลงมาก

สถาปัตยกรรมชุดคำสั่งแบบ RISC (Reduced instruction set computer) เป็นชุดคำสั่งที่ใช้กับไมโครโปรเซสเซอร์ ที่มีชุดคำสั่งจำนวนน้อยลง มีความซับซ้อนของคำสั่งน้อย การเขียน

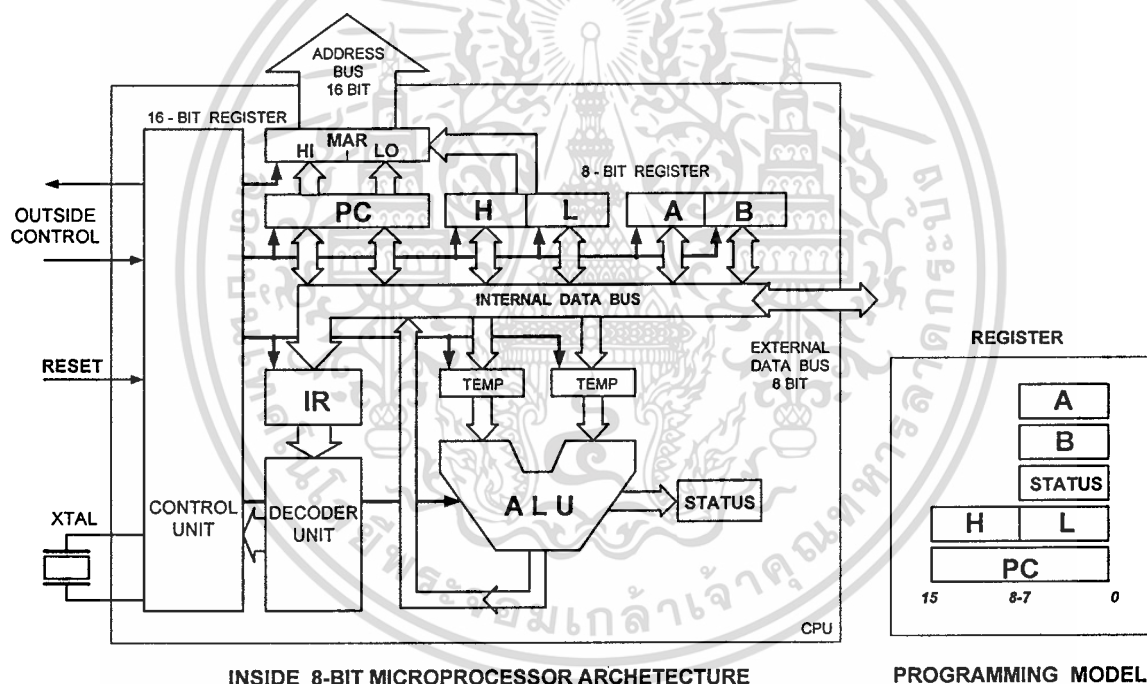
โปรแกรมจะมีขนาดใหญ่กว่า เพื่อให้ครอบคลุมการทำงานทั้งหมด และใช้หน่วยความจำมาก ส่งผลให้ความในการทำงานสูงขึ้น

2. โครงสร้างภายในของไมโครโปรเซสเซอร์

ส่วนประกอบภายในจะประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์หลายแสน จนถึงหลายล้านตัว บรรจุอยู่ภายใน ไอซีตัวเดียว โดยจะแบ่งภาคการทำงานเป็นหน่วยต่างๆ จะเรียกว่าเป็นสถาปัตยกรรมภายในไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์ แต่ละเบอร์มีโครงสร้างพื้นฐานคล้ายกัน

2.1 บล็อกไดอะแกรมของไมโครโปรเซสเซอร์

จากบล็อกไดอะแกรมของ CPU จะแสดงให้เห็นตำแหน่งของแต่ละหน่วยที่มีความสัมพันธ์กันในการทำงาน



2.2 หน้าที่และส่วนประกอบภายในของไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละหน่วย

ส่วนประกอบภายในของไมโครโปรเซสเซอร์ จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ALU (Arithmetic and Logic Unit) ทำหน้าที่คำนวณผลทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ และหาร เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ประมวลผลทางด้านลอจิก เช่น การ AND OR XOR Complement และการเลื่อนบิตข้อมูล

2) หน่วยถอดรหัสคำสั่ง (Decoder Unit) ทำหน้าที่รับคำสั่งของโปรแกรมมาตีความหมายว่าจะให้ทำอะไร หลังจากถอดรหัสคำสั่งได้แล้วจะส่งการทำงานให้กับหน่วยควบคุมต่อไป

นี่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หน่วยควบคุม (Control Unit) ทำหน้าที่ปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ

4) รีจิสเตอร์ (Register) มีคุณสมบัติเก็บข้อมูลได้ชั่วคราว ถ้ากระแสไฟฟ้าดับข้อมูลจะหายไป รีจิสเตอร์มีขนาดในการเก็บข้อมูลได้หลายขนาด หลายตัวขึ้นอยู่กับผู้ผลิต เช่น มีขนาด 8 บิต 16 บิต เป็นต้น นอกจากนี้รีจิสเตอร์อาจมีหน้าที่ในการใช้งานทั่วไป เช่น อ่าน หรือเขียนข้อมูลเข้าไป และหน้าที่เฉพาะอย่างเช่น ใช้เป็นตัวชี้คำสั่งในหน่วยความจำ ได้แก่ รีจิสเตอร์โปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) รีจิสเตอร์รับคำสั่ง (Instruction Register), รีจิสเตอร์แสดงสถานะ (Status) การทำงาน ของ ALU รีจิสเตอร์มีทั้งที่ CPU ใช้งานเอง และผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้ได้ (โดยเปลี่ยนแปลงค่าได้) รีจิสเตอร์ในกลุ่มหลังนี้อาจเรียกได้ว่า Programming Model

5) บัส (Internal Bus) เป็นเส้นทางเชื่อมต่อข้อมูลจากหน่วยต่างๆ เข้าด้วยกันโดยข้อมูลในหน่วยต่างๆ จะต่อขนานกัน ดังนั้นในเวลาการถ่ายโอนข้อมูลจะถูกควบคุมให้ทำงานได้เฉพาะหน่วยหรือส่วนที่ทำงานเท่านั้น ส่วนอื่นจะต้องหยุดทำงาน

3. ขบวนการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์

การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นแบบดิจิทัล และโดยลำพังเองแล้วไม่สามารถทำงานได้ จะต้องประกอบเข้ากับ หน่วยความจำ และพอร์ต อินพุต-เอาพุต ประกอบกันเป็นคอมพิวเตอร์จึงจะทำงานได้ นอกจากนี้ที่ตัว ไมโครโปรเซสเซอร์เองจะต้องป้อนสัญญาณนาฬิกา (Clock signal) เพื่อกำหนดจังหวะการทำงานอีกด้วย

3.1 กระบวนการรีเซ็ท

การรีเซ็ทเป็นกระบวนการเริ่มต้นการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ ผลจากการรีเซ็ท ทำให้ข้อมูลที่เก็บอยู่ภายในของรีจิสเตอร์บางตัวมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตัวอย่างเช่น รีจิสเตอร์โปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) อาจมีค่าเป็น ศูนย์ ซึ่งหมายถึง รีจิสเตอร์โปรแกรมเคาน์เตอร์ ชี้ไปยังตำแหน่งของคำสั่งเริ่มต้นของโปรแกรม ดังนั้นถ้าต้องการให้ CPU กลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่ต้องทำการรีเซ็ท CPU ทุกครั้ง

3.2 กระบวนการเฟต และเอ็กซีคิวต์

หน้าที่การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์มีหน้าที่หลักอยู่ 2 อย่างคือการอ่านคำสั่งโปรแกรมจากหน่วยความจำ ณ ตำแหน่งที่โปรแกรมเคาน์เตอร์ชี้อยู่ เข้ามาตีความหมาย (Fetch) และโปรแกรมเคาน์เตอร์ก็จะเพิ่มค่าอีกหนึ่งค่าเพื่อชี้คำสั่งในตำแหน่งต่อไป หลังจากตีความหมายได้แล้ว จะผ่านการทำงานให้กับหน่วยควบคุม หน่วยควบคุมจะปฏิบัติงานตามคำสั่งของโปรแกรมนั้นๆ ต่อไป การทำงานช่วงนี้เรียกว่าการ เอ็กซีคิวต์ (Execute) การทำงานในรอบต่อไปก็เป็นเช่นเดิมอีก เป็นวัฏจักรการทำงานอย่างนี้ตลอดไป ตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกา

3.3 ตัวอย่างขบวนการเฟตและเอ็กซีคิวชันของคำสั่ง

จากบล็อกไดอะแกรมของไมโครโปรเซสเซอร์ สมมติว่า CPU อ่านคำสั่ง การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับ B และผลลัพธ์เก็บไว้ที่ รีจิสเตอร์ A เมื่ออ่านคำสั่งมาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์รับคำสั่ง (IR) แล้ว ทำการถอดรหัส เมื่อทราบว่าเป็นคำสั่งใดแล้ว ส่งต่อการทำงานให้กับหน่วยควบคุม

- หน่วยควบคุมจะทำการเปิดประตู (gate) ให้ข้อมูลของรีจิสเตอร์ A เข้าสู่บัสและไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ชั่วคราวตรงทางเข้าของ ALU
- จากนั้น หน่วยควบคุมจะทำการเปิดประตู ให้ข้อมูลของรีจิสเตอร์ B เข้าสู่บัสและไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ชั่วคราวตรงทางเข้าอีกด้านหนึ่งของ ALU
- หน่วยควบคุมสั่งให้ ALU ทำการบวกข้อมูลทั้งสอง ผลลัพธ์ที่ได้ ออกมาที่เอาต์พุต เข้าสู่บัส
- หน่วยควบคุมจะทำการเปิดประตู ให้ข้อมูลจากบัส เข้าไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A

3.4 จังหวะการอินเตอร์รัพท์

โดยปกติแล้ว CPU จะทำงานเป็นไปตามลำดับของคำสั่งโปรแกรม ที่อยู่ในหน่วยความจำโดยตลอด จากโครงสร้างของ CPU สามารถควบคุมการทำงานได้ จากสัญญาณภายนอกที่มากระตุ้น หรือขัดจังหวะ (Interrupt) เพื่อเปลี่ยนให้ CPU ไปทำงานหรือทำอ่านโปรแกรม ในหน่วยความจำที่กำหนดไว้ให้แล้วเท่านั้น เมื่อถูกขัดจังหวะ และ CPU จะตอบสนองการขัดจังหวะ หลังจากการ เอ็กซีคิวชัน คำสั่งที่แล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำงานได้จะต้องมีการให้สัญญาณนาฬิกา และเขียนโปรแกรมกำหนดการทำงานเมื่อมีการรีเซตไมโครโปรเซสเซอร์ จะเป็นการเริ่มการทำงานโดยโปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) จะชี้ที่ตำแหน่งเริ่มต้น จากนั้นจะอ่านคำสั่งแรกตำแหน่งที่ PC ชี้อยู่ และนำคำสั่งนั้นมาเก็บในรีจิสเตอร์ IR (Instruction Register) เพื่อตีความและตีความตามคำสั่งนั้น จากนั้นโปรแกรมเคาน์เตอร์จะเพิ่มขึ้นอีก 1 ค่าเพื่อชี้ตำแหน่งถัดไปเพื่ออ่านรหัสคำสั่งถัดไป

โครงสร้างของ MCS – 51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของมัน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดจะศึกษาได้จากคู่มือของมัน โดยตรง และลักษณะของขาต่างๆ จะเหมือนกัน คุณสมบัติสำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

- มีหน่วยความจำ ROM 4k Byte
- มีหน่วยความจำ RAM 128 Byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีพอร์ท I / O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มี Timer 16 บิต 2 ตัว
- สามารถอินเตอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรมหาพีคาบนชิพ
- มีพอร์ทอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ความเร็วสูง
- อ้างอิงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 kByte
- อ้างอิงหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 kByte
- สามารถประมวลผลทีละบิตได้
- สามารถอ้างอิงหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
- หนึ่งวัฏจักรคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที ขณะทำงานด้วย Clock 12 MHz

แอดเดรสบัส Address Bus (A0 -A15)

ในการที่เราต้องการจะทำการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก ไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำโปรแกรม (EPROM) หรือ หน่วยความจำข้อมูล (RAM) หรือ จะเป็นอุปกรณ์ประเภท I / O เช่น จีพ 8255 เป็นต้น ล้วนแล้วแต่จะต้องมีการอ้างอิงตำแหน่งของข้อมูลด้วยกันทั้งนั้น เพื่อทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลบนหน่วยความจำนั้นๆ ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นั้นมีสายของแอดเดรสอยู่ 16 เส้น (A0 – A15) ดังนั้นเราจึงใช้ MCS-51 อ้างอิงหน่วยความจำภายนอกได้ 64 kByte

บัสข้อมูล Data Bus (D0 – D7)

เป็นเส้นทางของข้อมูลที่จะทำการเขียนลงไปบนตัวหน่วยความจำภายนอก หรือ เป็นเส้นทางของข้อมูลที่จะนำเข้ามาประมวลผลใน MCS-51 ซึ่งบัสข้อมูลจะมีด้วยกัน 8 เส้น คือ สามารถอ่านเขียนได้ทีละ 1 Byte หรือ 8 บิต เท่านั้น และบัสข้อมูลจะอยู่ในพอร์ทเดียวกับแอดเดรสบัสด้านต่ำ (A0 – A7) ด้วย

หลักการอ่าน/เขียนข้อมูลระหว่าง MCS-51 กับ หน่วยความจำภายนอก

เมื่อ MCS-51 ทำงานมาถึงคำสั่งที่จะต้องติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะเป็นดังนี้

1. กรณีที่ทำการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

สมมติว่าเราต้องการจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลที่ตำแหน่ง 8000H ขึ้นแรก MCS-51 จะต้องทำการส่งแอดเดรสที่มีค่า 8000H ออกไปก่อน จากนั้นก็สั่งให้หน่วยความจำข้อมูลทำงาน เมื่อหน่วยความจำข้อมูลทำงานแล้วก็จะรับค่าแอดเดรสเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงวิสาขการศึกษานานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

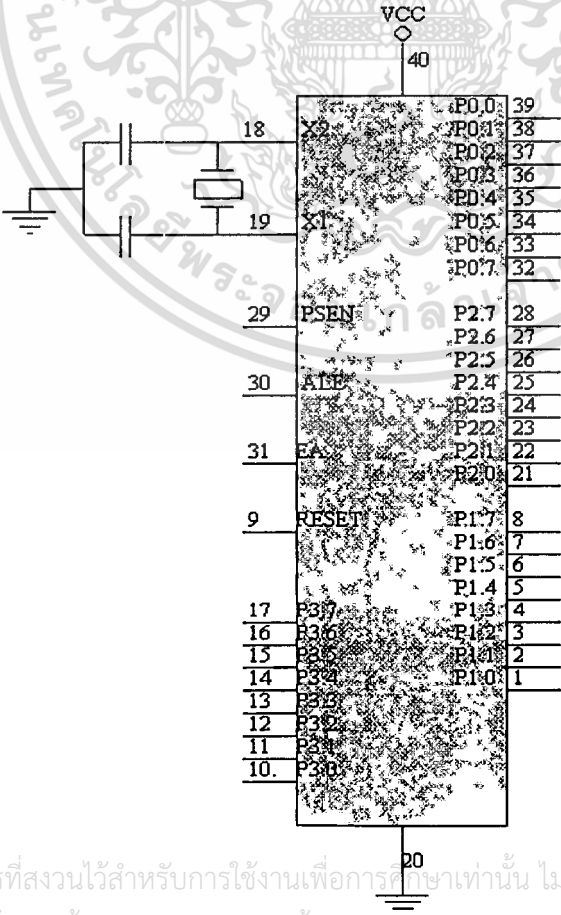
ประมวลผล และจากนั้น MCS-51 ก็จะส่งสัญญาณที่ขา RD (Read) ออกไปให้หน่วยความจำข้อมูลเพื่อบอกว่า เป็นการอ่านข้อมูลให้หน่วยความจำข้อมูลส่งข้อมูลที่แอดเดรส 8000H ออกมาทาง บัสข้อมูล (Data Bus) เพื่อให้ MCS-51 นำไปประมวลผลต่อไป

2. กรณีที่ทำการเขียนข้อมูลลงไปที่หน่วยความจำภายนอก

สมมติว่าเราต้องการจะเขียนข้อมูลลงไปที่หน่วยความจำข้อมูลที่ตำแหน่ง 8000H ขึ้นแรก MCS-51 จะต้องทำการส่งแอดเดรสที่มีค่า 8000H ออกไปก่อน จากนั้นก็ส่งให้หน่วยความจำข้อมูลทำงาน เมื่อหน่วยความจำข้อมูลทำงานแล้วก็จะรับค่าแอดเดรสเข้าไปประมวลผล และจากนั้น MCS-51 ก็จะส่งสัญญาณที่ขา WR (Write) ออกไปให้หน่วยความจำข้อมูลเพื่อบอกว่า เป็นการเขียนข้อมูลให้หน่วยความจำข้อมูลเขียนข้อมูลลงไปที่แอดเดรส 8000H

การจัดตำแหน่งขาต่างๆของ MCS-51

ไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 โครงสร้าง IC เป็นแบบ DIP ที่ขาทั้งหมด 40 ขา โดยขาต่างๆจะใช้เป็นพอร์ทอินพุต , เอาท์พุท , ขาสัญญาณควบคุม , ขาดำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูล ดังรูป



ความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

1. พอร์ต 0

2. พอร์ต 0 ได้แก่ขาที่ 32-39 ของ MCS-51 สามารถใช้เป็นอินพุตและเอาต์พุตได้นอกจากนี้ยังใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก (Address Bus และ Data Bus)

พอร์ต 1 ได้แก่ขาที่ 1-8 เป็นพอร์ต 8 บิต สามารถอ้างอิงที่ละบิตได้และเป็น อินพุต

พอร์ต 1 และเอาต์พุตได้

3. พอร์ต 2

พอร์ต 2 ได้แก่ขาที่ 21-28 ของ MCS-51 สามารถใช้เป็นอินพุตและเอาต์พุตได้นอกจากนี้ยังใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก (Address Bus)

4. พอร์ต 3

พอร์ต 3 ได้แก่ขาที่ 10-17 จะทำงาน 2 หน้าที คือ เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต และเป็นขาที่ใช้ในการควบคุมต่างๆ

5. PSEN (Programs Store Enable)

ขา PSEN เป็นขาที่ส่งสัญญาณออก คือ ขา 29 ขานี้จะแอกติฟเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่าน Code โปรแกรมภายนอก โดยปกติถ้าหน่วยความจำภายนอกเป็น EPROM ขา PSEN จะต่อกับขา Output Enable (OE) ของ EPROM

6. ALE (Address Latch Enable)

เนื่องจาก พอร์ต 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างอิงตำแหน่ง และขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30 ขานี้จะใช้ Multiplex สัญญาณ Address Bus ของ Port 0 ในการใช้งานระบบ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะส่งสัญญาณ Address Bus ออกมาก่อนทาง Port 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณ ALE มา Latch อุปกรณ์ภายนอกให้เก็บค่า Address Bus ของ Port 0 ไว้เพื่อใช้ Port 0 เป็น Data Bus ต่อไป

7. EA (External Access)

ขา EA ได้แก่ขาที่ 31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก 1 จะใช้กับเบอร์ 8051/8052 เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน แต่ถ้าลอจิก 0 จะบอกให้ MCS-51 ทำโปรแกรมโดยอ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

8. Ret (Reset)

ขา Rst ได้แก่ขา 9 จะใช้ในการรีเซต MCS-51 โดยขานี้จะเป็นลอจิก 1 อย่างน้อย 2 Machine Cycles จึงจะรีเซ็ตระบบได้

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งผิดพลาดที่เกิดจากการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

สาเหตุ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 1.2 การเปลี่ยนความถี่ที่ใช้งานและตัวเก็บประจุบายพาส

การทดลองที่ 1.2.1 : การเปลี่ยนค่าความถี่ที่ใช้งาน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ใช้วงจรที่ได้ทำการต่อไว้แล้วในการทดลองที่ 1.1
2. เปิดไฟเข้าวงจร
3. กดสวิทช์ Func จากนั้นกดสวิทช์ 0 (Demo)
4. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
5. เปลี่ยน Crystal จาก 11.0592 MHz เป็น 12.00 MHz
6. กดสวิทช์ Func จากนั้นกดสวิทช์ 0 (Demo)
7. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
8. เปลี่ยน Crystal จาก 12.00 MHz เป็น 24.00 MHz
9. กดสวิทช์ Func จากนั้นกดสวิทช์ 0 (Demo)
10. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
11. บันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

ความถี่ที่ใช้	ผลการทดลอง	หมายเหตุ
11.0592 MHz		
12.0000 MHz		
24.0000 MHz		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1.2.2 : การเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุบายพาส

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

- 1. ใช้วงจรที่ได้ต่อไว้แล้วในการทดลองที่ 1.1
- 2. ปลดขั้วไฟเข้าวงจร
- 3. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
- 4. เปลี่ยนค่าของตัวเก็บประจุจาก 30pF เป็น 10pF
- 5. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
- 6. เปลี่ยนค่าของตัวเก็บประจุจาก 10pF เป็น 0.1uF
- 7. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
- 8. ถอดตัวเก็บประจุทั้ง 2 ออกจากวงจร
- 9. สังเกตความเปลี่ยนแปลง

บันทึกผลการทดลอง

ค่าของตัวเก็บประจุ	ผลการทดลอง	หมายเหตุ
30 pF		
68 pF		
0.1 uF		
ไม่มี		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 1.3 : การคำนวณค่าเพื่อต่อวงจรรีเซ็ต

ทฤษฎี

การที่เราจะทำให้ MCS-51 ของเรานั้นทำการรีเซ็ตได้นั้นเราจะต้องจ่ายลอจิก 1 ให้กับขา รีเซ็ต (ขา 9) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 12 คาบเวลาโดยเรามีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$T = 1 / RC$$

เช่น ถ้าเราใช้ค่า $R = 4.7k$, $C = 10\mu F$ เราจะได้ $T = 1 / 4.7k * 10\mu F = 21$ คาบ เป็นต้น

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ใช้วงจรที่เราได้ต่อไว้แล้วในการทดลองที่ 1.1
2. ใช้ค่า $R = 4.7k$, $C = 10\mu F$
3. เปิดไฟเข้าสู่วงจร
4. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
5. ใช้ค่า $R = 4.7k$, $C = 1\mu F$
6. เปิดไฟเข้าสู่วงจร
7. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
8. ใช้ค่า $R = 4.7k$, $C = 100\mu F$
9. เปิดไฟเข้าสู่วงจร
10. สังเกตความเปลี่ยนแปลง
11. ไม่ใช้ทั้ง R และ C
12. เปิดไฟเข้าสู่วงจร
13. สังเกตความเปลี่ยนแปลง

บันทึกผลการทดลอง

ค่าที่ใช้	ผลการทดลอง	หมายเหตุ
$R = 4.7k$ $C = 10\mu F$		
$R = 4.7k$ $C = 1\mu F$		
$R = 4.7k$ $C = 100\mu F$		
ไม่ใช้ทั้ง R และ C		

เอกสารนี้เป็นส่วนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม

- 1.นักศึกษาได้เรียนรู้อะไรกับการใช้ชุดฝึกการเชื่อมต่อ
- 2.จากการทดลองที่ 1.2 อะไรคือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด
- 3.ตัวเก็บประจุที่ต่อกับ Cystal มีไว้เพื่ออะไร ถ้าไม่มีจะเป็นอะไรหรือไม่ เพราะเหตุใด



ใบงานการทดลองที่ 2

รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1. เพื่อให้รู้จักรีจิสเตอร์ต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- 2. เพื่อให้สามารถใช้คำสั่งเพื่อติดต่อกับข้อมูลของรีจิสเตอร์ต่างๆ ได้

ทฤษฎี

1. ความหมายและชนิดของข้อมูลในไมโครโปรเซสเซอร์

ข้อมูลที่ใช้ในไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับการประมวลผลมีดังนี้

1.1 ข้อมูลขนาด 8 บิต, 16 บิต, 32 บิต

ชนิดข้อมูล	ขนาดบิต	ขนาดไบต์	ขอบเขตข้อมูล
บิต	1	-	0 ถึง 1
นิบเบิล	4	-	0 ถึง 15
ไบต์	8	1	0 ถึง 255
เวิร์ด	16	2	0 ถึง 65535
ดับเบิลเวิร์ด	32	4	0 ถึง 429496729

ข้อมูลในไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต ไม่ว่าจะเป็นค่าคงที่ หรือข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำ และในรีจิสเตอร์ ส่วนใหญ่มีขนาด 8 บิตหรือ 1 ไบต์ ส่วนข้อมูลที่เป็นค่าของแอดเดรสจะมีขนาด16 บิต

1.2 ข้อมูลในหน่วยความจำ

พื้นที่ของหน่วยความจำอาจแบ่งเป็น หน่วยความจำข้อมูล(Data Memory) สามารถอ่านและแก้ไขข้อมูลได้ หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) สามารถอ่านได้อย่างเดียว และไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้

1.3 การจัดการข้อมูลแบบ Queue

ข้อมูลแบบ Queue เข้าก่อนออกก่อน (First In First Out, FIFO) ในการนำข้อมูลเข้าคิว ข้อมูลจะเข้าที่หางคิวต่อๆ กันไปเวลานำข้อมูลออกจะต้องนำออกจากหัวคิว การจัดการข้อมูลจะมีผู้จัดอยู่สองคนคือหางคิวกับหัวคิว ตัวอย่างเช่น การเข้าคิว (แถวคอย) ซื้อตั๋วโดยสารผู้เข้าก่อนจะได้รับการบริการก่อนเสมอ

1.4 การจัดการข้อมูลแบบ Stack

ข้อมูลแบบ Stack เข้าก่อนออกทีหลัง (First In Last Out, FILO) ในการนำข้อมูลเข้าสแตก ข้อมูลจะเข้าไปอยู่ในพื้นที่ของฐานสแตก ข้อมูลตัวต่อไปจะเข้าไปกองซ้อน ต่อๆ กันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลานำข้อมูลออกจะต้องนำออกจากด้านบนก่อน การจัดการข้อมูลเข้าออกจะใช้ผู้จัดคนเดียว เป็นผู้
ชี้นำ ตัวอย่างเช่น การกองซ้อนของขามก๊วยเตี๋ย การกองซ้อนของลังใส่ของ เป็นต้น

1.5 ที่อยู่ของข้อมูล

ข้อมูลมีทั้งที่อยู่ภายในและภายนอกตัวไมโครโปรเซสเซอร์ ที่อยู่ภายในเช่นรีจิส
เตอร์ทั่วไป รีจิสเตอร์เฉพาะ และรีจิสเตอร์พอยเตอร์ ส่วนข้อมูลที่อยู่ภายนอกเช่น หน่วยความจำ
และพอร์ต

2. ข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์ 8051

ข้อมูล	ชนิดข้อมูล	ขนาดข้อมูล	ขอบเขตข้อมูล	แอดเดรส (H)
A	รีจิสเตอร์แอสคิวเลเตอร์	8 บิต	0...255	-
DPTR	รีจิสเตอร์พอยเตอร์	16 บิต	0..65535	-
R0..R7	รีจิสเตอร์ทั่วไป	8 บิต	0...255	-
SFR	รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (direct)	8 บิต	0...255	80...FF
C-MEM	หน่วยความจำโปรแกรม	8 บิต	0...255	0000...FFFF
X-RAM	หน่วยความจำข้อมูล	8 บิต	0...255	0000...FFFF
I-RAM	หน่วยความจำภายใน CPU	8 บิต	0...255	00...7F
IE-RAM	หน่วยความจำภายใน CPUขยาย	8 บิต	0...255	80...FF
Bit	หน่วยความจำภายในเป็นบิต	1 บิต	0...1	00..7F, 80...FF

3. ชุดคำสั่ง 8051

ชุดคำสั่ง 8051 มีคำสั่งทั้งหมด 111 คำสั่ง
เป็นคำสั่งขนาด 1ไบต์ 49 คำสั่ง ขนาด 2 ไบต์ 45 คำสั่ง ขนาด 3 ไบต์ 17 คำสั่ง
เป็นคำสั่งขนาด 1 ไชเคิล 64 คำสั่ง ขนาด 2 ไชเคิล 45 คำสั่ง ขนาด 4 ไชเคิล 2 คำสั่ง
ชุดคำสั่ง 8051 แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) คำสั่งโอนย้ายข้อมูล 2) คำสั่งควบคุมการกระโดด
3) คำสั่งคณิตศาสตร์และลอจิก 4) คำสั่งเกี่ยวกับบิต และมีการอ้างอิงแอดเดรส 8 โหมด

สัญลักษณ์	วิธีการอ้างแอดเดรส
Rn	ใช้ข้อมูลในรีจิสเตอร์ R0 ถึง R7 ตามแบงค์ที่เลือกไว้
direct	ข้อมูลในหน่วยความจำ I-RAM ใช้ค่าแอดเดรสโดยตรงมี ขนาด 8 บิต
@Ri	ข้อมูลในหน่วยความจำ I-RAM ใช้ค่าแอดเดรสที่ระบุอยู่ใน R0 และ R1 ตามแบงค์ที่เลือกไว้ (indirect)
#const	ค่าคงที่ขนาด 8 บิต
#const 16	ค่าคงที่ขนาด 16 บิต

addr 11 ค่าแอดเดรสขนาด 11 บิตอ้างอิงในช่วง 0-2 KB นับแต่ค่าของ PC ปัจจุบัน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- addr 16 ค่าของแอดเดรสขนาด 16 บิตอ้างอิงหน่วยความจำได้ 64 KB
- rel เป็นค่าอ้างอิงตำแหน่งของหน่วยความจำโดยใช้ค่าออฟเซตขนาด 8 บิต มาบวกกับค่าของ PC (PC-128 ถึง PC+127)
- bit ข้อมูลในแอดเดรสมีขนาด 1 บิต อ้างอิงหน่วยความจำที่บิตแอดเดรส 00-127 และใน SFR ที่บิตแอดเดรส 128 – 255

การใช้งานตารางคำสั่ง 8051

ตารางชุดคำสั่ง 8051 ประกอบด้วย ดังนี้

- 1 ออปโค้ด (Opcode) เป็นคำสั่งที่ CPU เข้าใจว่าจะให้อะไรบ้าง ในที่นี้ใช้เลขรหัสเลขฐาน 16 เพื่อให้ผู้ใช้ ใช้งานได้สะดวก ออปโค้ดเป็นตัวเลขขนาด 8 บิต และเป็นไบต์ของคำสั่ง
- 2 จำนวนไบต์ของคำสั่ง ว่าใน 1 คำสั่งจะมีจำนวนกี่ไบต์
- 3 จำนวนไซเคิลไทม์ มีความหมายว่าเวลาที่ใช้ในการทำงาน (Execute) ใช้ไปกี่ไซเคิลใน 8051 ถ้าใช้ คริสตอลความถี่ 12 MHz ในการทำงาน 1 ไซเคิล จะใช้เวลา 1 ไมโครเซคัน (uS)
- 4 คำสั่ง (Instructions) เป็นสื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมเข้าใจความหมาย โดยใช้เป็นคำย่อ (Mnemonics) ประกอบด้วยตัวคำสั่ง ออปโค้ด เช่นคำสั่ง MOV และตัวปฏิบัติการ (Operand) เช่น A,#45H เป็นต้น ตามตารางที่แนบมา

การทดลอง

- 1.จ่ายไฟเข้าสู่ชุดฝึกและกดปุ่มเซตแล้วตรวจสอบค่าของรีจิสเตอร์ต่างๆ บันทึกลงใน

ตาราง 2.1

ตาราง2.1 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ต่างๆ

ผลลัพธ์	รีจิสเตอร์						
	ACC	SP	PSW	DPH	DPL	B	P1
ผลลัพธ์ข้อ 1							
ผลลัพธ์ข้อ 2							

- 2.เขียนรหัสคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนคำสั่งเข้าสู่ชุดฝึก แล้วรันโปรแกรม และตรวจสอบผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ รีจิสเตอร์ต่างๆ บันทึกลงในตาราง 2.1

```
ORG 8100H
8100..... MOV A,#5AH
..... MOV SP,#18H
..... MOV PSW,A
..... MOV P1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
..... MOV DPH,#29H
..... MOV DPL,#41H
..... MOV B,#47H
..... LJMP 0036H ;กลับสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 2.1

3.เขียนรหัสคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนเข้าสู่คฝีก

```
ORG 8100H
8100..... MOV DPTR,#3254H
..... LJMP 0036H ;กลับสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 2.2

รันโปรแกรมแล้วตรวจสอบค่าของรีจิสเตอร์ DPH และ DPL บันทึกลงในตาราง 2.2
ตารางที่ 2.2 ผลของรีจิสเตอร์ DPH และ DPL

ผลลัพธ์	DPH	DPL
ผลลัพธ์ข้อ 3		
ผลลัพธ์ข้อ 4		
ผลลัพธ์ข้อ 5		

4. เขียนรหัสคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนเข้าสู่คฝีก

```
ORG 8100H
8100..... MOV 82H,#34H
..... MOV 83H,#12H
..... LJMP 0036H ;กลับสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 2.3

รันโปรแกรมแล้วตรวจสอบค่ารีจิสเตอร์ DPH และ DPL บันทึกลงในตารางที่ 2.2

5.เขียนรหัสคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนเข้าสู่คฝีก

```
ORG 8100H
8100..... MOV DPL,#5BH
..... MOV DPH,#41H
```

```
LJMP 0036H ;กลับสู่มอนิเตอร์
```

END

โปรแกรม 2.4

รันโปรแกรมแล้วตรวจสอบค่าของรีจิสเตอร์ DPH และ DPL บันทึกลงในตาราง 2.2

6.กำหนดข้อมูลให้กับหน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal RAM) ที่ตำแหน่ง 00, 01, 02, 03 และ 10H, 11H, 12H, 13H ตามตาราง 1.3

ตาราง 2.3 ข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal RAM) และผลลัพธ์

ตำแหน่ง	ข้อมูลที่กำหนด	ผลลัพธ์ข้อ 7	ผลลัพธ์ข้อ 8
00	00		
01	00		
02	00		
03	00		
10H	00		
11H	00		
12H	00		
13H	00		

7.เขียนรหัสคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนเข้าสู่ชุดฝึก

```
ORG 8100H
8100..... MOV PSW,#00
..... MOV R0,#50H
..... MOV R1,#60H
..... MOV R2,#70H
..... MOV R3,#80H
..... LJMP 0036H           ;กลับสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 2.5

รันโปรแกรมแล้วตรวจสอบข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 00, 01, 02, 03 และ 10H, 11H, 12H, 13H บันทึกลงในตาราง 2.3

8.เขียนรหัสคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนเข้าสู่ชุดฝึก

```
ORG 8100H
8100..... MOV PSW,#00010000B
..... MOV R0,#11H
```



```
..... MOV R1,#22H
..... MOV R2,#33H
..... MOV R3,#44H
..... MOV PSW,#00000000B
..... LJMP 0036H ;กลับสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 2.6

รันโปรแกรมแล้วตรวจสอบข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายในตำแหน่ง 00, 01, 02, 03 และ 10H, 11H, 12H, 13H บันทึกลงในตาราง 2.3 ข้อมูลในตำแหน่ง 00, 01, 02, 03 และ 10H, 11H, 12H, 13H มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อเทียบกับข้อ 7 เพราะเหตุใด

9. รีเซตเครื่องแล้วตรวจสอบค่าของรีจิสเตอร์ SP
รีจิสเตอร์ SP =

```
10.เขียนรหัสคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนเข้าสู่คัสฝึก
ORG 8100H
8100..... MOV B,#30H
..... MOV A,#10H
..... PUSH Acc
..... PUSH B
..... LJMP 0036H ;กลับสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 2.7

รันโปรแกรมแล้วตรวจสอบผลลัพธ์ของโปรแกรม
ค่าของรีจิสเตอร์ SP =.....
ค่าของรีจิสเตอร์ Acc =.....
ค่าของรีจิสเตอร์ B =.....

ค่าของรีจิสเตอร์ SP เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อเทียบกับข้อ 9 เพราะเหตุใด

- 11. กำหนดค่ารีจิสเตอร์ SP เท่ากับค่าในข้อ 9
- 12. จากโปรแกรมในข้อ 10 เปลี่ยนคำสั่ง PUSH B เป็น POP B แล้วรันโปรแกรม และตรวจสอบผลลัพธ์ของโปรแกรม

ค่าของรีจิสเตอร์ SP =.....
ค่าของรีจิสเตอร์ Acc =.....
ค่าของรีจิสเตอร์ B =.....

ผลลัพธ์ที่ได้ในข้อ 10 และข้อ 12 ค่าของ SP ต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

13. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คัสฝึก

```
ORG 8100H
X EQU 20H ; X = 20H
Y EQU 30H ; Y = 30H
8100..... MOV PSW,#00
..... MOV A,#X
..... ADD A,#Y
..... LJMP 0036H :กลับสู่หน่วยเอนเตอร์
END
```

โปรแกรม 2.8

14.ทำการทดลอง โปรแกรมและลองเปลี่ยนค่าของตัวตั้งและตัวบวก แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของรีจิสเตอร์ A และ PSW และบันทึกค่าลงในตาราง 2.4

ตาราง 2.4 การเปลี่ยนแปลงของค่าของรีจิสเตอร์ A และ PSW

X	Y	รีจิสเตอร์ A	รีจิสเตอร์ PSW			
			แฟล็ก CY	แฟล็ก AC	แฟล็ก OV	แฟล็ก P
20H	30H					
42H	42H					
0AH	0BH					
99H	80H					
63H	67H					
2AH	39H					

คำถาม

- 1.เขียนชุดคำสั่งเพื่อนำค่าใน รีจิสเตอร์ B ไปกำหนดให้กับรีจิสเตอร์ P1
- 2.จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ต่างๆ ต่อไปนี้

DPTR = 500H

RO = 14 H

A = R1 (Register ใช้ Bank2)

B = 34H

3.เขียนชุดคำสั่งเพื่อกำหนดการเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ RO –R7 ใน Bank 2 แล้วกำหนดค่า 1FH ให้กับรีจิสเตอร์ RO



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 3

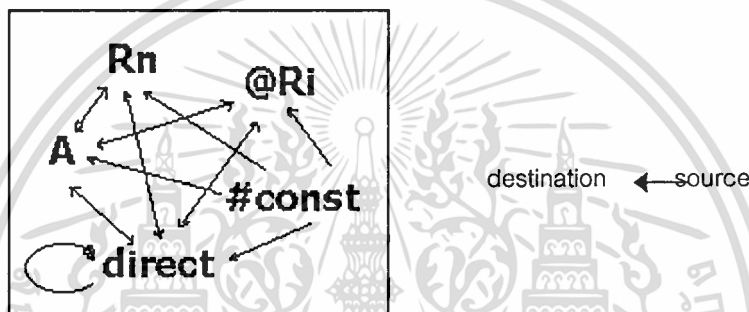
การอ้างตำแหน่งและการโอนย้ายข้อมูล

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1.เพื่อให้รู้จักวิธีการอ้างตำแหน่งข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- 2.เพื่อให้สามารถใช้คำสั่งการกำหนดตำแหน่งข้อมูลได้ถูกต้อง
- 3.เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งการโอนย้ายข้อมูลได้

ทฤษฎี

คำสั่งการโอนย้ายข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์และหน่วยความจำ I-RAM



รูปแบบของคำสั่ง

MOV destination, source

จากภาพจะได้คำสั่ง 15 รูปแบบ

คำสั่ง **MOV[E]** เป็นการคัดลอก(Copy) ข้อมูลต้นทาง (Source) ไปเก็บไว้ปลายทาง(destination) โดยให้แหล่งข้อมูลปลายทางอยู่ที่ หัวลูกศร ถ้าหัวลูกศรมีสองทิศทางมีค่าเท่ากับ คำสั่งกำหนดค่าให้กับ Data Pointer ขนาด 16 บิต

MOV DPTR,#const16

คำสั่งอ่านข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรม (Code memory)

MOVC A,@A+DPTR อ่านข้อมูลจากตำแหน่งที่ระบุใน DPTR+A มาเก็บใน A

MOVC A,@A+PC อ่านข้อมูลจากตำแหน่งที่ระบุใน PC+A มาเก็บใน A

คำสั่งโอนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (external data memory)

MOVX @DPTR,A เขียนข้อมูลใน A ลงที่ตำแหน่งที่ระบุใน DPTR

MOVX A,@DPTR อ่านข้อมูลจากตำแหน่งที่ระบุใน DPTR มาเก็บใน A

MOVX @Ri,A เขียนข้อมูลใน A ลงที่ตำแหน่งที่ระบุใน P2 และ Ri

MOVX A,@Ri อ่านข้อมูลจากตำแหน่งที่ระบุใน P2 และ Ri มาเก็บใน A

การสลับข้อมูล (Exchange)

คำสั่งสลับข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในรีจิสเตอร์ Rn และข้อมูลในหน่วยความจำ

XCH A,@Ri

XCH A,Rn

XCH A,direct

XCHD A,@Ri สลับข้อมูลเฉพาะที่ low-nibble บิต 3-0

SWAP A สลับข้อมูล low-nibble(บิต 3-0) กับ hi-nibble(บิต 7-4)

การโอนย้ายข้อมูลโดยใช้ Stack

PUSH direct SP+1, ((SP))←((direct))

POP direct ((direct))←((SP)) , SP -1

ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมการโอนย้ายข้อมูล

1 เขียนคำสั่งกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ต่าง ๆ และหน่วยความจำ

MOV A,#12 ; นำตัวเลข 12 ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A

MOV 20H,#34H ; นำตัวเลข 52 (34H) ไปเก็บไว้ใน ไปเก็บไว้ในหน่วย
; ความจำตำแหน่งที่ 20H

2 เขียนคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์กับรีจิสเตอร์ รีจิสเตอร์กับหน่วยความจำ และหน่วยความจำกับหน่วยความจำ

MOV A,R0 ; Copy ข้อมูลในรีจิสเตอร์ R0 ไปเก็บไว้ใน รีจิสเตอร์ A

MOV 30H,R1 ; Copy ข้อมูลในรีจิสเตอร์ R1 ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ
; ตำแหน่งที่ 30H

MOV 30H,40H ; Copy ข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 40H ไป
; เก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 30H

MOV 30H,@R1 ; Copy ข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่งที่ ระบุโดย
; รีจิสเตอร์ R1 ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 30H

3 การย้ายข้อมูลแบบ Stack

MOV 01H,#11H ; นำตัวเลข 11H ไปเก็บไว้ใน ไปเก็บไว้ในหน่วย
; ความจำตำแหน่งที่ 01H

MOV 02H,#22H ; นำตัวเลข 22H ไปเก็บไว้ใน ไปเก็บไว้ในหน่วย
; ความจำตำแหน่งที่ 02H

PUSH 01 ; นำข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 01 ไปเก็บไว้ใน
; หน่วยความจำ Stack (ข้อมูล 11H)

PUSH 02 ; นำข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 02 ไปเก็บไว้ใน
; หน่วยความจำ Stack (ข้อมูล 22H)

POP 01 ; นำข้อมูลในหน่วยความจำ Stack (ข้อมูล 22H) คืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POP02

; ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 01

; นำข้อมูลในหน่วยความจำ Stack (ข้อมูล 11H) ค่า

; ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 02

สรุป ข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 01 และ 02 มีค่าเป็น 11H และ 22H ตามลำดับ หลังจากทำโปรแกรมนี้อแล้ว ทำให้ข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 01 และ 02 มีค่าใหม่เป็น 22H และ 11H ตามลำดับ

การทดลอง

1.ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คฝีก

8100.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ORG 8100H

MOV PSW,#00

MOV R0,#10H

MOV R1,#11H

MOV A,#5FH

MOV @R0,A

MOV @R1,A

LJMP 0036H

END

:ใช้รีจิสเตอร์ Bank 0

:กลับสู่มอนิเตอร์

โปรแกรม 3.1

2.รันโปรแกรมในข้อ 1 โดยใส่ข้อมูลลงในหน่วยความจำภายในที่ตำแหน่ง 10H และ 11H ตามตาราง 2.1 และบันทึกผลลัพธ์ที่ได้หลังรันโปรแกรมลงในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 ผลลัพธ์ของตำแหน่ง 10H และ 11H หลังรันโปรแกรม

ค่าที่กำหนด		ค่าหลังรันโปรแกรม	
ตำแหน่ง 10H	ตำแหน่ง 11H	ตำแหน่ง 10H	ตำแหน่ง 11H
02H	10H		
54H	78H		
AFH	E4H		
1AH	4CH		

ค่าที่ได้ในหน่วยความจำตำแหน่ง 10H และ 11H เปลี่ยนแปลงหรือไม่เพราะเหตุใด

3.เขียนรหัสคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนคำสั่งเข้าสู่คฝีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ORG 8100H
8100..... MOV PSW,#00 ;define Bank 0
..... MOV 10H,#07H
..... MOV 11H,10H
..... LJMP 0036H :กลับสู่หน่วยอินเตอร์
END
```

โปรแกรม 3.2

4.กำหนดข้อมูลในหน่วยความจำภายในที่ตำแหน่ง 10H และ 11H ตามตาราง 3.2 แล้วรันโปรแกรมและตรวจดูค่าผลลัพธ์บันทึกลงในตาราง 3.2

ค่าในหน่วยความจำตำแหน่ง 10H และ 11H เปลี่ยนแปลงหรือไม่เพราะเหตุใด

ตาราง 3.2 ผลลัพธ์ของตำแหน่ง 10H และ 11H หลังรันโปรแกรม

ครั้งที่	ค่าที่กำหนด		ค่าหลังรันโปรแกรม	
	ตำแหน่ง 10H	ตำแหน่ง 11H	ตำแหน่ง 10H	ตำแหน่ง 11H
1	07H	0AH		
2	50H	0BH		
3	4EH	1FH		
4	DCH	F0H		

5. กำหนดข้อมูลลงในหน่วยความจำข้อมูลภายนอกตามตาราง 3.3

ตาราง 3.3 ข้อมูลที่กำหนดและผลลัพธ์ที่ได้

ตำแหน่ง	8200H	8201H	8202H	8203H	8204H	8205H	8206H	8207H
ข้อมูล	00H	11H	22H	33H	44H	55H	66H	77H
ผลลัพธ์ข้อ 6								

6.ป้อนโปรแกรมหาค่าเฉลี่ย

```
ORG 8100H
8100..... MOV A,#99H
..... MOV DPTR,#8200H
..... MOVX @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
..... INC DPTR
..... MOVX @DPTR,A
..... MOV P2,#82H
..... MOV R0,#06H
..... MOVX @R0,A
..... INC R0
..... MOVX @R0,A
..... LJMP 0036H
END
```

โปรแกรม 3.3

7. ทดลองโปรแกรมในข้อ 6 แล้วตรวจสอบผลของโปรแกรมที่ได้ในหน่วยความจำข้อมูล ภายนอกที่ตำแหน่ง 8200H-8207Hบันทึกลงในตาราง 3.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

8. ป้อนโปรแกรม 3.4 การใช้คำสั่ง XCH เข้าชุดฝึก

```
ORG 8100H
X EQU 12H ;X=12H
Y EQU 33H ;Y=33H
8100..... MOV A,#X
..... MOV R0,#Y
..... XCH A,R0
..... LJMP 0036H ;กลับสู่เมนูอินเตอร์
END
```

โปรแกรม 3.4

9. ทดลองโปรแกรมในข้อ 8 แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของรีจิสเตอร์ A และ RO (ที่ตำแหน่ง 00) ทดลองการเปลี่ยนค่าของ X และ Y ตามตารางและบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมลงในตาราง 3.4

ตาราง 3.4 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และ RO

ค่า X	ค่า Y	รีจิสเตอร์ A	รีจิสเตอร์ RO
12H	33H		
44H	77H		
AFH	E0H		
0EH	A0H		

10. ป้อนโปรแกรม 3.5 การใช้คำสั่ง XCHD เข้าสู่ดิสก์

```
ORG 8100H
X EQU 12H
Y EQU 33H
8100..... MOV R1,#10H
..... MOV @R1,#Y
..... MOV A,#X
..... XCHD A,@R1
..... LJMP 0036H ;กลับสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 3.5

11. ทดลองโปรแกรมในข้อ 10 แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของรีจิสเตอร์ A และข้อมูลในตำแหน่ง 10H ลองเปลี่ยนค่าของ X และ Y ตามตาราง 3.5 แล้วบันทึกผลลัพธ์ของโปรแกรมลงในตาราง 3.5

ตาราง 3.5 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และ R0

X	Y	รีจิสเตอร์ A	ตำแหน่ง 10H
12H	33H		
4EH	AFH		
44H	77H		
0EH	A0H		

12. ป้อนข้อมูลในตำแหน่ง 8200H – 8207H ตามตาราง 3.6

ตาราง 3.6 ข้อมูลที่กำหนดในหน่วยความจำ

ตำแหน่ง	8200H	8201H	8202H	8203H	8204H	8205H	8206H	8207H
ข้อมูล	00H	11H	22H	33H	44H	55H	66H	77H

13. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่ดิสก์

```
ORG 8100H
X EQU 01
8100..... MOV DPTR,#8200H
..... MOV A,#X
```

```

.....      MOV C A,@A+DPTR
.....      LJMP 0036H
.....      END

```

โปรแกรม 3.6

14. ทดลองโปรแกรมในข้อ 13 โดยกำหนดค่า X เปลี่ยนแปลงตามตาราง 3.7 แล้วบันทึกผลลัพธ์ของโปรแกรมที่รีจิสเตอร์ A ลงในตาราง 3.7

ตาราง 3.7 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A

ค่า X	ผลลัพธ์ รีจิสเตอร์ A
01	
03	
05	
06	

15. ผลลัพธ์ที่ได้ในข้อ 14 ค่าของรีจิสเตอร์ A มาจากที่ใด

คำถาม

1. จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อนำข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอกที่ตำแหน่ง 8204H - 8207H มาเก็บในหน่วยความจำข้อมูลภายในตำแหน่ง 10H -13H ตามลำดับ
2. จงเขียนคำสั่งเพื่อกำหนดค่า 12H ให้กับรีจิสเตอร์ P1
3. จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อกำหนดค่า 0AH ลงในหน่วยความจำข้อมูลภายในตำแหน่ง 8150H
4. จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อนำค่าในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 18H เก็บในรีจิสเตอร์ A โดยใช้วิธีการอ้างตำแหน่งแบบอ้อม (Indirect addressing mode)
5. จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการโอนย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอกที่ตำแหน่ง 8020H มาไว้ที่รีจิสเตอร์ A โดยใช้คำสั่ง MOVX A,@R1
6. จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 20H ออกไปเก็บยังหน่วยความจำข้อมูลภายนอกที่ตำแหน่ง 8250H
7. จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมที่ตำแหน่ง 0020H เข้ามาเก็บในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 70H
8. จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอกที่ตำแหน่ง 8120H- 8121H ไปไว้ที่ตำแหน่ง 8150H – 8151H

9. จงเขียนชุดคำสั่งเพื่อกำหนดให้พื้นที่ของสแต็กเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 10H แล้วทำการเก็บค่าของรีจิสเตอร์ R0 และรีจิสเตอร์ DPTR ลงในสแต็ก

ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 4

คำสั่งทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

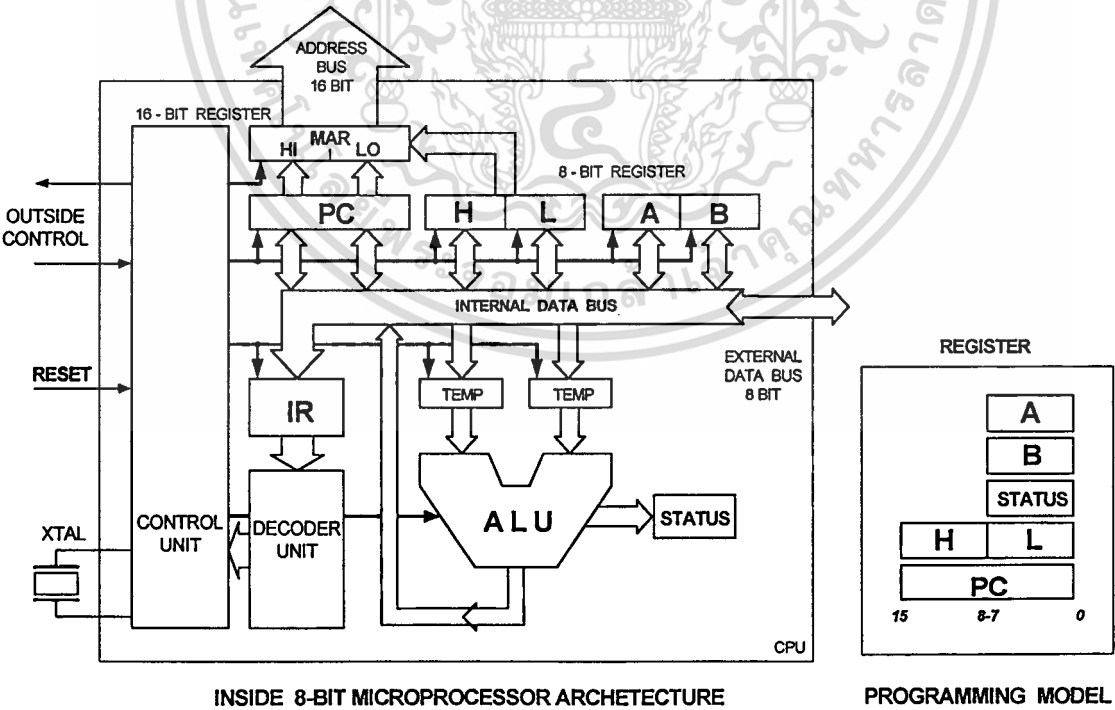
- 1. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของคำสั่งทางคณิตศาสตร์
- 2. เพื่อให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของแฟล็กจากการทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์
- 3. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งทางคณิตศาสตร์

ทฤษฎี

กลุ่มคำสั่งทางคณิตศาสตร์

1. กระบวนการการทำงานทางคณิตศาสตร์ของ ALU

จากบล็อกไดอะแกรมการทำงานทางคณิตศาสตร์ของ ALU (Arithmetic Logic Unit) ที่เป็นหน่วยประมวลผลของ CPU จะมีอินพุตเข้ามาสองทางมากระทำกัน ใน ALU ซึ่งตัวตั้งมักจะอยู่ในรีจิสเตอร์ A และตัวกระทำอาจอยู่ในรีจิสเตอร์ B หรือที่อื่นๆ จากนั้นจะได้ เอาท์พุตออกไปเพื่อนำไปเก็บไว้ที่ Accumulator (รีจิสเตอร์ A) ต่อไป การกระทำทางคณิตศาสตร์ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร ผลของการกระทำทางคณิตศาสตร์มีผลให้รีจิสเตอร์สถานะ (Status) เปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ แฟล็ก



รูปที่ 9.1 สถาปัตยกรรมไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รีจิสเตอร์ แฟลก

จะเป็นรีจิสเตอร์ที่แสดงสถานะการทำงานของ ALU หรือโปรแกรม (Program Status Word, PSW) ในไมโครโปรเซสเซอร์ ตระกูล MCS-51 มีรีจิสเตอร์ที่แสดงสถานะต่างๆ ดังนี้

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Address D0H	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	--	P	PSW

แฟลก	หน้าที่ของรีจิสเตอร์ Flag
CY	- แฟลกตัวทด (carry flag) เมื่อมีการยืมหรือการทดข้อมูลที่มาจากบิตที่ 7
AC	- แฟลกช่วยทด (auxiliary carry flag) เมื่อมีการยืมหรือการทดข้อมูลที่มาจากบิตที่ 3 เพื่อประโยชน์ในการบวกเลข BCD
F0	- วาง สามารถใช้งานได้
RS1	
RS0	- เลือกแบริจิสเตอร์ (R7-R0) ที่มีด้วยกัน 4 แบริจิสเตอร์
OV	- แฟลกโอเวอร์โฟลว์ (overflow flag) $OV = \text{บิต}7 \text{ XOR } \text{บิต}6$ ใช้ตรวจสอบข้อมูล เลขที่คิดเครื่องหมาย ขนาด 8 บิต
--	- ไม่ใช้งาน
P	- แฟลกพาริตี (parity flag) จำนวนเลข "1" ในรีจิสเตอร์ A เช่น $A = 1011\ 0101 \Rightarrow P = 1$ ซึ่งมีจำนวนเลข "1" 5 ตัว

3. การบวก

การคำนวณแบบไม่คิดเครื่องหมายขนาด 8 บิต จะใช้แฟลกโอเวอร์โฟลว์ เป็นตัวบอกสถานะการบวกเลขของเลขฐานสองโดยคิดหรือไม่คิดเครื่องหมายได้ การใช้แฟลกช่วยทดทำให้คำนวณเลขแบบ BCD ได้ การบวกการลบเลขขนาด 8 บิตที่มีการทดและการยืมจะใช้ แฟลกตัวทดบอกสถานะ

3.1 คำสั่งการบวก

จะใช้รีจิสเตอร์ A เป็นตัวตั้งบวกกับ ข้อมูลคงที่ขนาด 8 บิต ข้อมูลในรีจิสเตอร์ Rn ข้อมูลในหน่วยความจำ (I-RAM) ตำแหน่ง direct หรือข้อมูลในหน่วยความจำ (I-RAM) ตำแหน่งที่

เอกสารโดย รีจิสเตอร์ Rn และนำผลลัพธ์ที่ได้เก็บไว้ที่ รีจิสเตอร์ A ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการคำนวณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ADD A,#cont ; การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับค่าคงที่ ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่
; รีจิสเตอร์ A
- ADD A,Rn ; การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับรีจิสเตอร์ Rn ผลลัพธ์ที่ได้จะ
; เก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ADD A,direct ; การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง
; direct ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ADD A,@Ri ; การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง
; ที่ระบุโดย รีจิสเตอร์ Ri ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A

3.2 คำสั่งบวกโดยคิดตัวทด

เป็นการบวกที่นำค่าตัวทด (C) มาบวกด้วยเสมอ ไม่ว่าจะเป็น 0 หรือ 1

- ADDC A,#cont ; การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับค่าคงที่ บวกกับตัวทด ผลลัพธ์
; ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ADDC A,Rn ; การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับรีจิสเตอร์ Rn บวกกับตัวทด ผล
; ลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ADDC A,direct ; การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง
; direct บวกกับตัวทด ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ADDC A,@Ri ; การบวกข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง
; ที่ระบุโดย รีจิสเตอร์ Ri บวกกับตัวทดผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่
; รีจิสเตอร์ A

4. การลบ

จะใช้รีจิสเตอร์ A เป็นตัวตั้งลบกับ ข้อมูลค่าคงที่ขนาด 8 บิต ข้อมูลในรีจิสเตอร์ Rn ข้อมูลในหน่วยความจำ (I-RAM) ตำแหน่ง direct หรือข้อมูลในหน่วยความจำ (I-RAM) ตำแหน่งที่ระบุโดย รีจิสเตอร์ Ri และลบด้วยตัวยืม (borrow flag, C) นำผลลัพธ์ที่ได้เก็บไว้ที่ รีจิสเตอร์ A

4.1 คำสั่งการลบคิดตัวยืม

- SUBB A,#cont ; การลบข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับค่าคงที่ และลบด้วยตัวยืม
; ผลลัพธ์ ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- SUBB A,Rn ; การลบข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับรีจิสเตอร์ Rn และลบด้วยตัวยืม
; ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- SUBB A,direct ; การลบข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง
; direct และลบด้วยตัวยืม ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A

; ที่ระบุโดย รีจิสเตอร์ Ri และลบด้วยตัวยืม ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้
; ที่รีจิสเตอร์ A

5. การคูณ

5.1 การคูณเลข (multiply) ขนาด 8 บิต คำสั่งของ 8051 ใช้สำหรับคูณโดยไม่คิดเครื่องหมายขนาด 8 บิต ระหว่างรีจิสเตอร์ A และ B ผลลัพธ์มีขนาด 2 ไบต์ โดยผลลัพธ์เก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A และตัวทดเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ B ถ้าผลลัพธ์ในรีจิสเตอร์ B มีค่าเป็น 0 แฟล็กโอเวอร์โฟลว์จะมีค่าเป็น 0 เช่นกัน

MUL AB ; ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ตั้งคูณกับ ข้อมูลในรีจิสเตอร์ B ผลลัพธ์ที่ได้
; ไบต์ต่ำเก็บไว้ที่ รีจิสเตอร์ A ไบต์สูงไว้ที่ รีจิสเตอร์ B

6. การหาร

6.1 การหารเลข (divider) ขนาด 8 บิต เป็นการหารโดยไม่คิดเครื่องหมายขนาด 8 บิต ให้รีจิสเตอร์ A เป็นตัวตั้ง และ B เป็นตัวหาร ผลลัพธ์ที่ได้เก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A และเศษเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ B ถ้าตัวหารในรีจิสเตอร์ B มีค่าเป็น 0 แฟล็กโอเวอร์โฟลว์จะมีค่าเป็น 1

DIV AB ; ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ตั้งหารด้วยข้อมูลในรีจิสเตอร์ B ผลลัพธ์ที่ได้
; เก็บไว้ที่ รีจิสเตอร์ A เศษเก็บไว้ที่ รีจิสเตอร์ B

7. การเขียนโปรแกรมปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์

7.1 การบวกและลบเลข

7.1.1 การบวกเลขขนาด 8 บิต

97H	MOV A,#97H
+	
86H	ADD A,#86H
1 1DH	จะได้ A = 1DH และ C=1

7.1.2 การลบเลขขนาด 8 บิต

	CLR C
1DH	MOV A,#1DH
+	
86H	SUBB A,#86H
1 97H	จะได้ A = 97H และ C=1

7.1.4 การลบเลขขนาด 16 บิต

	CLR C
5E 1DH	MOV A,#1DH
4A 86H +	SUBB A,#86H
13 97H	<u>MOV R2,A</u>
	MOV A,#5EH
	SUBB A,#4AH
	<u>MOV R1,A</u>
	จะได้ R1=13H และ R2 =97H

7.1.5 การบวกเลข BCD ขนาด 16 บิต

BCD (binary code to decimal) หมายถึงตัวเลขที่มองเห็นเป็นเลขฐาน 10 แต่ตัวจริงเป็นเลขฐาน 2 ดังนั้นตัวเลขจะมีค่าไม่เกิน 9 หลังจากการบวกเลขถ้ามีตัวเลขเกิน 9 ต้องปรับตัวเลขให้มีการทดข้ามหลักแทน โดยใช้คำสั่ง DAA (decimal adjust accumulator) ปรับผลลัพธ์หลังจากคำสั่งการบวก DAA ใช้วิธี ตรวจสอบว่าถ้าเลขหลักหลังเกิน 9 จะทำการบวกเพิ่มอีก 6 และถ้าพบว่าหลักหน้าเกิน 90H จะทำการบวกเพิ่มอีก 60H เพื่อปรับให้ได้เลข BCD

	MOV A,#97H
56 97 +	ADD A,#48H
32 48	DAA
24 49	<u>MOV R2,A</u>
	MOV A,#56H
	ADDC A,#32H
	DAA
	<u>MOV R1,A</u>
	จะได้ R1 =24H และ R2 =49H

7.2 เทคนิค Shift and Add สำหรับการคูณหาร เลขไบนารี

7.2.1 การคูณด้วยวิธีการเลื่อนบวก มีวิธีการดังนี้

1) เริ่มคูณจากบิตต่ำสุด (LSB) เมื่อตัวคูณเป็น 0 ผลที่ได้จะเท่ากับ 0

ถ้าตัวคูณเป็น 1 ผลที่ได้จะมีค่าเท่ากับตัวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) หลังการคูณแต่ละครั้ง ผลคูณย่อยต้องเลื่อนไปทางซ้าย 1 บิตเสมอ
- 3) รอให้ตัวคูณเป็น 1 จึงใส่ผลคูณย่อยลงไป
- 4) นำผลคูณย่อยมาบวกกันเป็นผลคูณรวม

เลขฐาน 2	เลขฐาน 10
00010101	21 Multiplicand
× 00001100	× 12 Multiplier
10101	42 Partial Product
+ 10101	+ 21
<u>11111100</u>	<u>252</u> Product

7.2.2 การหารด้วยวิธีการเลื่อนบวก มีวิธีการดังนี้

- 1) นำตัวหาร มาทำเป็นเลขลบ (ทวคอมพลีเมนต์) ก่อน
- 2) นำตัวหาร ไปลบตัวตั้งด้วยวิธีการบวกด้วย 2's complement ที่ 4 บิตแรกซ้ายสุด
- 3) ถ้าผลที่ได้มีค่าเป็นบวกให้นำผลลัพธ์เลื่อนซ้ายไป 1 บิตแล้วนำไปเป็นตัวตั้งต่อไป จะได้ผลหารมีค่าเป็น 1 ผลหารรวม = 1xxxx
- 4) ถ้าผลที่ได้มีค่าเป็นลบให้นำตัวตั้งเดิมมาเลื่อนซ้ายไป 1 บิตแล้วนำไปเป็นตัวตั้งต่อไป ผลหารที่ได้มีค่าเป็น 0 ผลหารรวม = 10xxx
- 5) ถ้าผลบวกที่ได้นำมาเป็นตัวตั้งนั้น มีค่าน้อยกว่าตัวหารให้หยุดการหาร และนำค่า นี้ไปเป็นเศษ

เช่น $205 \div 12 = 17$ และเศษ 1 [dividend $\div$ divisor = quotient and remainder]

เลขฐาน 2	การทำ two complement
0 1100	+12 - ตัวหาร
1 0011	- one complement
0 0001	- บวก 1
1 0100	- 12 - (two complement)

เครื่องหมาย

ขนาด

การหารแบบ Shift and Add		
0 11001101	205	
1 0100	+	- 12
0 00001101		ผลครั้งที่ 1 = 1xxxx
0 0001101		เลื่อนผลลัพธ์ไปซ้าย 1 บิต
1 0100		- 12
1 0101101		ผลครั้งที่ 1 = 10xxx
0 001101		เลื่อนตัวตั้งไปซ้าย 1 บิต
1 0100		- 12
1 011101		ผลครั้งที่ 1 = 100xx
0 01101		เลื่อนตัวตั้งไปซ้าย 1 บิต
1 0100		- 12
1 10101		ผลครั้งที่ 1 = 1000x
0 1101		เลื่อนตัวตั้งไปซ้าย 1 บิต
1 0100		- 12
0 0001		ผลครั้งที่ 1 = 10001 = 17d
0001 เป็นผลบวกที่ได้ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 12		
ดังนั้น 205 ÷ 12 = 17 และเศษ 1		

7.3 การคูณและการหาร

7.3.1 การคูณเลขขนาด 8 บิต

97H	MOV A,#97H
48H ^x	MOV B,#48H
2A 78H	MUL AB
	จะได้ B = 2AH และ A = 78H

7.3.2 การหารเลขขนาด 8 บิต

$\frac{97H}{48H} = 02 \text{ เศษ } 7$	MOV A,#97H
	MOV B,#48H
	DIV AB
	จะได้ A = 02 และ B = 07

การทดลอง

1. หาคำสั่งของโปรแกรมต่อไปนี้และป้อนเข้าสู่ชุดฝึก

```
ORG 8100H
X EQU 30H
Y EQU 40H
8100.....START: SETB C ;ทำให้ CY=1
..... MOV A,#X ;A=X
..... ADD A,#Y
..... LJMP 0036H ;กลับสู่หน่วยอินเตอร์
END
```

โปรแกรม 4.1

2. ทดลองโปรแกรมโดยเปลี่ยนค่าของ X และ Y ตามตาราง 4.1 แล้วตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของรีจิสเตอร์ A และ แฟล็กต่างๆ หลังจากรันโปรแกรมบันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลลัพธ์ข้อ 2 และข้อ 3

X	Y	ผลลัพธ์ข้อ 2				ผลลัพธ์ข้อ 3			
		Acc	แฟลก CY	แฟลก OV	แฟลก AC	Acc	แฟลก CY	แฟลก OV	แฟลก AC
30H	40H								
70H	9FH								
A5H	0CH								
50H	50H								
50H	B9H								
7FH	61H								

3. เปลี่ยนคำสั่ง ADD A,#Y ในข้อ 1 เป็นคำสั่ง ADDC A,#Y และทดลองโปรแกรม แล้ว
ตรวจสอบผลลัพธ์ของโปรแกรม บันทึกลงในตาราง 4.1

4. ค่าผลลัพธ์ของAcc ในข้อ 2 และข้อ 3 แตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
5. ป้อนโปรแกรม 4.2 การบวกเลขแบบ BCD ขนาด 2 หลักต่อไปนี้เข้าสู่คีย์

```
ORG 8100H
X EQU 07
Y EQU 08
8100..... MOV A,#X
..... ADD A,#Y
..... DA A
..... LJMP 0036H ;กลับเข้าสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 4.2

6. รันโปรแกรมในข้อ 5 โดยกำหนดข้อมูลของ X และ Y ตามตาราง 4.2 แล้วบันทึกผล
ลัพธ์ของโปรแกรมที่ได้หลังรันโปรแกรมลงในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ผลลัพธ์ข้อ 6 และข้อ 7

ก่อนรันโปรแกรม		ผลลัพธ์โปรแกรมข้อ 6			ผลลัพธ์โปรแกรมข้อ 7		
ค่า X	ค่า Y	รีจิสเตอร์ Acc	แฟลก CY	แฟลก AC	รีจิสเตอร์ Acc	แฟลก CY	แฟลก AC
07H	08H						
50H	40H						
45H	36H						
87H	72H						
99H	99H						

7. เปลี่ยนคำสั่ง DA A ในโปรแกรม 4.2 เป็นคำสั่ง NOP แล้วรันโปรแกรมโดยกำหนดข้อมูลของ X และ Y ตามตาราง 4.2 แล้วบันทึกผลลัพธ์ที่ได้ลงในตาราง 4.2 ผลลัพธ์ในข้อ 6 และ 7 แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

8. โปรแกรมการบวกเลขขนาด 16 บิต 2 จำนวนที่เก็บอยู่ในตำแหน่ง 10H, 11H, กับ 12H, 13H และนำผลลัพธ์เก็บในตำแหน่ง 14H, 15H โดยตำแหน่งสูงเก็บหลักต่ำ

```

ORG 8100H
8100..... MOV A,11H
..... ADD A,13H
..... DA A
..... MOV 15H,A
..... MOV A,10H
..... ADDC A,12H
..... DA A
..... MOV 14H,A
END

```

โปรแกรม 4.3

9. รันโปรแกรมในข้อ 8 โดยกำหนดข้อมูลลงในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 10H, 11H และ 12H, 13H, ตามตาราง 4.3 แล้วบันทึกผลลัพธ์ที่ได้ในตำแหน่ง 14H, 15H, หลังรันโปรแกรมลงในตาราง 4.2

ตาราง 4.3 ผลลัพธ์ข้อ 9 และข้อ 10

ตัวตั้ง		ตำแหน่ง		ผลลัพธ์ข้อ 9		ผลลัพธ์ข้อ 10	
ตำแหน่ง	ตำแหน่ง	ตำแหน่ง	ตำแหน่ง	ตำแหน่ง	ตำแหน่ง	ตำแหน่ง	ตำแหน่ง
10H	11H	12H	13H	14H	15H	14H	15H
15	14	45	19				
05	47	12	82				
38	09	81	41				
17	23	35	86				

10. เปลี่ยนคำสั่ง DA A ในโปรแกรม 4.3 เป็นคำสั่ง NOP แล้วรันโปรแกรมเช่นเดียวกับข้อ 9 บันทึกผลลัพธ์ที่ได้ลงในตาราง 4.3 ผลลัพธ์ในข้อ 9 และข้อ 10 แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

11.ป้อนโปรแกรม 4.4 การใช้คำสั่งลบ SUBB เข้าสู่คีย์บอร์ด

```
ORG 8100H
X EQU 55H
Y EQU 50H
8100..... CLR C
..... MOV A,#X
..... SUBB A,#Y
..... LJMP 0036H ;กลับเข้าสู่เมนูอินเตอร์
END
```

โปรแกรม 4.4

12. รันโปรแกรมโดยกำหนดค่า X และ Y ตามตาราง 3.4 แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ของโปรแกรมบันทึกลงในตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ผลลัพธ์ข้อ 12 และข้อ 13

ข้อมูลก่อนรันโปรแกรม		ผลลัพธ์ข้อ 12			ผลลัพธ์ข้อ 13		
ค่า X	ค่า Y	Acc	แฟลก CY	แฟลก AC	Acc	แฟลก CY	แฟลก AC
55H	50H						
50H	43H						
27H	49H						
62H	70H						

13. เปลี่ยนคำสั่ง CLR C ในโปรแกรม 3.4 เป็นคำสั่ง SETB C แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 12 บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 4.4
14. ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 12 และข้อ 13 แตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
15. ป้อนโปรแกรม 4.5 การใช้คำสั่งคูณเลขฐานสอง เข้าสู่คีย์บอร์ด

```
ORG 8100H
X EQU 00
Y EQU 01
8100..... MOV A,#X
..... MOV B,#Y ;Reg B at address FOH
..... MUL AB
..... LJMP 0036H ;กลับเข้าสู่หน่วยเอนเตอร์
END
```

โปรแกรม 4.5

16. รันโปรแกรมในข้อ 15 โดยเปลี่ยนค่าของ X และ Y ตามตาราง 4.5 แล้วบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการรันโปรแกรม ลงในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ผลลัพธ์ข้อ 16 รีจิสเตอร์ B รีจิสเตอร์ A และแฟลก CY

ก่อนรันโปรแกรม		หลังรันโปรแกรม		
ค่า X	ค่า Y	รีจิสเตอร์ B	รีจิสเตอร์ A	แฟลก CY
00H	01H			
04H	08H			
50H	50H			
6FH	F7H			
FFH	FFH			

17. ป้อนโปรแกรม 4.6 การใช้คำสั่งการหาร DIV เข้าสู่ชุดทดลอง

X
Y
8100.....
.....
.....
.....

ORG 8100H
EQU 07
EQU 08
MOV A,#X
MOV B,#Y
DIV AB
LJMP 0036H
END

กลับเข้าสู่มอนิเตอร์

โปรแกรม 4.6

18. รันโปรแกรมในข้อ 17 โดยกำหนดค่าของ X และ Y เปลี่ยนแปลงตามตาราง 3.6 แล้วบันทึกผลลัพธ์ของโปรแกรมที่รีจิสเตอร์ A, B และแฟลก CY ลงในตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ผลลัพธ์ข้อ 18 รีจิสเตอร์ B รีจิสเตอร์ A และแฟลก CY

ก่อนรันโปรแกรม		ผลลัพธ์หลังรันโปรแกรม		
ค่า X	ค่า Y	รีจิสเตอร์ B	รีจิสเตอร์ A	แฟลก CY
07	08H			
42H	21H			
84H	00H			
59H	60H			
00H	17H			

19. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่ชุดฝึก

ORG 8100H

X EQU 18H

Y EQU 09H

8100..... CLR C ;ทำให้แฟลก CY = 0

..... MOV A,#X

..... SUBB A,#Y

..... DA A

..... LJMP 0036H ;กลับเข้าสู่เมนูอินเตอร์

END

โปรแกรม 4.7

20. รันโปรแกรมในข้อ 19 โดยกำหนดข้อมูลของ X และ Y เปลี่ยนแปลงตามตาราง 4.7 แล้วบันทึกผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ได้ลงในตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ผลลัพธ์ข้อ 20 และข้อ 21 ค่าของรีจิสเตอร์ A

ก่อนรันโปรแกรม		ผลลัพธ์ข้อ 20 รีจิสเตอร์ A	ผลลัพธ์ข้อ 21 รีจิสเตอร์ A
ค่า X	ค่า Y		
18H	09H		
37H	22H		
10H	01H		
05H	08H		

21. เปลี่ยนคำสั่ง DA A ในโปรแกรม 4.7 เป็นคำสั่ง NOP แล้วรันโปรแกรมโดยกำหนดข้อมูลของ X และ Y ตามตาราง 4.7 แล้วบันทึกผลลัพธ์ที่ได้ลงในตาราง 4.7

22. ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้คำสั่ง SUBB A,#Y และ DA A ถูกต้องตามการทำงานแบบ BCD หรือไม่ เพราะเหตุใด

คำถาม

- เขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการบวกเลข BCD ขนาด 8 หลัก 2 จำนวนเข้าด้วยกัน โดยข้อมูลทั้ง 2 จำนวนเก็บอยู่ในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 10H-13H และ 14H-17H ตามลำดับโดยตำแหน่งสูงเก็บหลักสูง แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากการบวกไปเก็บในตำแหน่ง 18H-1CH
- เขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการเพิ่มค่าข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 8200H ขึ้น 1 ค่า
- เขียนชุดคำสั่งเพื่อเพิ่มค่าข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 19H ขึ้น 1 ค่า แบบ BCD
- เขียนชุดคำสั่งเพื่อลดค่าของรีจิสเตอร์ DPTR ลง 1 ค่า
- เขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการบวกเลข BCD ขนาด 4 หลักที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำข้อมูลภายในดังนี้ ตัวตั้งเก็บในตำแหน่ง 10H-11H ตัวบวกเก็บในตำแหน่ง 12H-13H และผลลัพธ์เก็บในตำแหน่ง 14H-15H โดยให้หลักสูงเก็บในตำแหน่งต่ำ

10H	11H	ตัวตั้ง
12H	13H	ตัวบวก
14H	15H	ผลลัพธ์

- เขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการบวกค่าของเวลาที่ป้อนเป็นชั่วโมงและนาที ให้มีค่าเป็นชั่วโมงและนาที ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\begin{array}{r}
 09.22 \\
 + 01.43 \\
 \hline
 11.05
 \end{array}$$

กำหนดให้ตัวตั้งเก็บในตำแหน่ง 10H-11H ตัวบวกเก็บในตำแหน่ง 12H-13H และผลลัพธ์เก็บในตำแหน่ง 14H-15H โดยให้ชั่วโมงเก็บในตำแหน่งต่ำ

10H	11H	ตัวตั้ง
12H	13H	ตัวบวก
14H	15H	ผลลัพธ์

ใบงานการทดลองที่ 5

คำสั่งการกระโดดและเรียกโปรแกรมย่อย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของคำสั่งการกระโดดและการเรียกโปรแกรมย่อย
2. เพื่อให้สามารถสร้างเงื่อนไขในการกระโดดได้
3. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมย่อยได้

ทฤษฎี

กลุ่มคำสั่งการควบคุมโปรแกรม

เป็นคำสั่งที่เปลี่ยนตำแหน่ง (Program Counter, PC) การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ ในหน่วยความจำโปรแกรม คำสั่งเหล่านี้ได้แก่ คำสั่งกระโดดแบบไม่มีเงื่อนไขเช่นคำสั่ง Call Return และ Jump คำสั่งกระโดดแบบมีเงื่อนไข Jump Carry, Jump Zero, CJNE, และ DJNZ เป็นต้น และคำสั่งการอินเทอร์รัพท์ จากสัญญาณที่ควบคุมจากภายนอก

1. การกระโดดแบบไม่มีเงื่อนไข (Uncondition Jump)

1.1 คำสั่งกระโดดแบบไม่มีเงื่อนไขแบบ long jump

เป็นการอ่านค่าตำแหน่งหน่วยความจำมาเก็บไว้ที่โปรแกรมเคาน์เตอร์ ซึ่งจะชี้ตำแหน่งใหม่ที่โปรแกรมจะไปทำงานต่อไป

LJMP address16

LJMP 8200H ; กระโดดไปยังแอดเดรสที่ 8200H

1.2 คำสั่งการกระโดดแบบไม่มีเงื่อนไขแบบ short jump (relative)

ค่าของ รีเลทีฟ จะนับเทียบจากค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์ในขณะนั้นซึ่งมีค่าเท่ากับ ค่าตำแหน่งแอดเดรสของคำสั่งถัดไป จากคำสั่งกระโดดคำสั่งนี้

SJMP rel ; rang -128 ถึง +127 (80 ถึง 7F)

SJMP 03 ; กระโดดไปข้างหน้าอีก 3 แอดเดรส

SJMP 0FDH ; กระโดดย้อนหลังกลับไปอีก 3 แอดเดรส (FD = -3)

2. การกระโดดแบบมีเงื่อนไข (Condition Jump)

การกระโดดแบบนี้ จะเป็นการกระโดดแบบสัมพัทธ์ (Jump Relative) เท่านั้น ซึ่งจะอยู่ในช่วง -128 ถึง 127 แอดเดรส เทียบกับค่าแอดเดรสของคำสั่งถัดไปในหน่วยความจำโปรแกรม

2.1 แบบของเงื่อนไข (Flag)

แฟลกเป็นเครื่องหมายที่บอกสถานะการทำงานของ CPU ที่อยู่ของแฟลก จะอยู่

ในรีจิสเตอร์ Program Status Word (PSW)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Carry flag (C) : ใช้บิตตัวทด มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เป็นเงื่อนไขของการกระโดด

Accumulator register (A) : ใช้ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A = 00 หรือ ไม่ เป็นเงื่อนไขของการ
: กระโดด

bit : ใช้ข้อมูลในแอดเดรสบิตที่ระบุ(Bit) มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เป็นเงื่อนไขของการกระโดด

2.2 การกระโดดแบบมีเงื่อนไขแบบต่าง ๆ

ก่อนการกระโดดไปยังแอดเดรสปลายทาง จะทำการตรวจสอบเงื่อนไขก่อนทุกครั้ง เมื่อเงื่อนไขตรงตามข้อกำหนดจึงทำบวนการ การกระโดด (Jump)

JC rel; กระโดดเมื่อ C = 1

JNC rel; กระโดดเมื่อ C = 0

JZ rel; กระโดดเมื่อ A = 00

JNZ rel ; กระโดดเมื่อ A $\neq$ 00

JB bit,rel ; กระโดดเมื่อ (bit) = 1

JNB bit,rel ; กระโดดเมื่อ (bit) = 0

JBC bit,rel ; กระโดดเมื่อ (bit) = 1 และหลังจากนั้นให้ (bit) = 0

3. คำสั่งที่ใช้ควบคุม loop

ใช้ข้อมูลในรีจิสเตอร์ หรือในหน่วยความจำ (I-RAM) เป็นตัวตั้งจำนวนนับ (Counter) และในการวนลูปแต่ละครั้ง ค่า Counter จะลดลง 1 ค่า จนกว่าจะเป็น 00 เป็นเงื่อนไขของการกระโดด

3.1 คำสั่งควบคุม Loop

DJNZ Rn,rel ; ทำการลดค่าในรีจิสเตอร์ Rn ลง 1 ค่าและตรวจว่าค่าเป็น 00 หรือไม่
; ถ้าไม่เท่ากับ 00 jump relative แต่ถ้าเท่ากับ 00 จะผ่านคำสั่งนี้ไป

DJNZ direct,rel ; ทำการลดค่าในหน่วยความจำตำแหน่ง direct ลง 1 ค่าและตรวจ
; ว่าค่าเป็น 00 หรือไม่ ถ้าไม่เท่ากับ 00 ให้ jump relative แต่ถ้า
; เท่ากับ 00 จะผ่านคำสั่งนี้ไป

4. คำสั่งเปรียบเทียบ (Comparasion)

เป็นการเปรียบเทียบค่าของ Destination กับค่าของ Source โดยวิธีนำเอาค่าของข้อมูลใน Destination เป็นตัวตั้ง และลบด้วยค่าของ Source จะมีผลต่อ Carry เท่านั้น แต่ข้อมูลของ Destination ยังมีค่าคงเดิมอยู่ ถ้า Destination มีค่าน้อยกว่า Source แล้ว C = 1 นอกนั้นมีค่า C = 0

4.1 คำสั่งเปรียบเทียบข้อมูลที่มีผลต่อ Carry Flag

CJNE A,#cont,rel ; เปรียบเทียบข้อมูลใน รีจิสเตอร์ A กับค่าคงที่ (Const) ถ้าไม่
; เท่ากัน Jump Rel ถ้าเท่ากันจะผ่านคำสั่งนี้ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้เอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CJNE Rn,#cont,rel ; เปรียบเทียบข้อมูลใน รีจิสเตอร์ Rn กับค่าคงที่ (Const) ถ้า
; ไม่เท่ากัน Jump Rel ถ้าเท่ากันจะผ่านคำสั่งนี้ไป

CJNE @Ri,#cont,rel ; เปรียบเทียบข้อมูล ในหน่วยความจำ (I-RAM) ตำแหน่งที่
; ระบุโดย รีจิสเตอร์ Ri กับค่าคงที่ (const) ถ้าไม่เท่ากัน
; Jump rel ถ้าเท่ากันจะผ่านคำสั่งนี้ไป

CJNE A,direct,rel ; เปรียบเทียบข้อมูลใน รีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำ
; (I-RAM) ตำแหน่ง Direct ถ้าไม่เท่ากัน Jump Rel ถ้าเท่ากัน
; จะผ่านคำสั่งนี้ไป

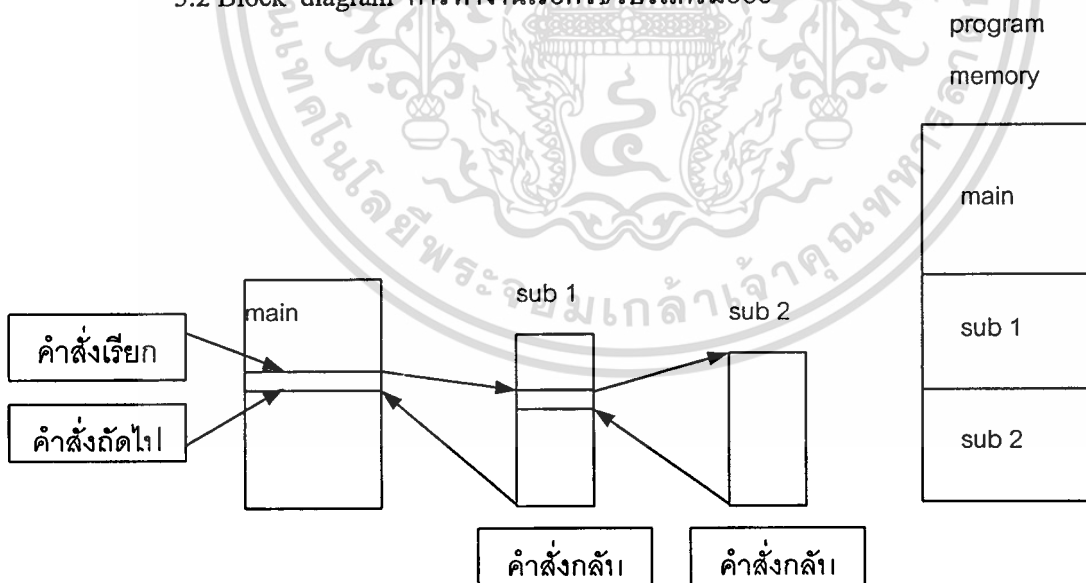
5. คำสั่งควบคุมโปรแกรมย่อย

การเขียนโปรแกรมทำงานอย่างหนึ่งได้สมบูรณ์และจะเป็นการง่ายที่จะ แยกกระจาย
โปรแกรมให้เป็นโปรแกรมย่อยๆ หลายโปรแกรม และใช้โปรแกรมหลักเรียกใช้งานอีกที ข้อดี
ของโปรแกรมย่อยคือ โปรแกรมมีขนาดสั้นๆ เขียนใช้เวลาไม่มากนัก การตรวจสอบทำได้ง่าย
และเรียกใช้งานได้หลายๆ ครั้ง

5.1 โปรแกรมหลัก (Main program) และ โปรแกรมย่อย (Subroutine)

ในโปรแกรมหนึ่งๆ จะมีเมนโปรแกรมอยู่โปรแกรมเดียว นอกนั้นเป็นโปรแกรม
ย่อยหลายๆ โปรแกรม และ โปรแกรมย่อยก็ยังสามารถเรียกใช้โปรแกรมย่อยอื่นๆ ได้อีก

5.2 Block diagram การทำงานเรียกใช้โปรแกรมย่อย

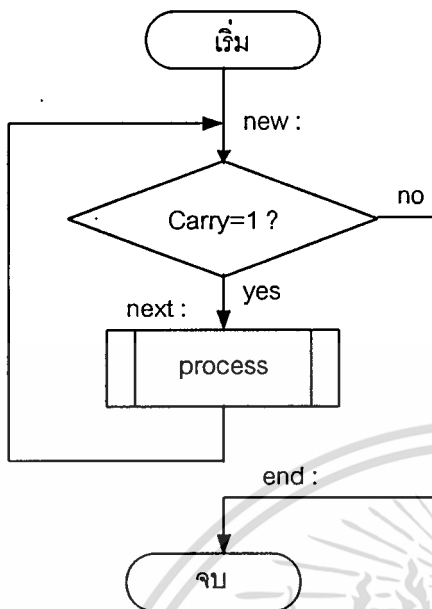


5.3 คำสั่งเรียกใช้โปรแกรมย่อย

LCALL address16 ; ทำการเก็บค่า PC ในตำแหน่งของคำสั่งถัดไปลงในหน่วย
; ความจำพื้นที่ สแต็ก โดยเก็บ Low Byte ก่อน จากนั้นจึงเก็บ
; High Byte ตามมา แล้วกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.2 While Do



Pseudocode:

```

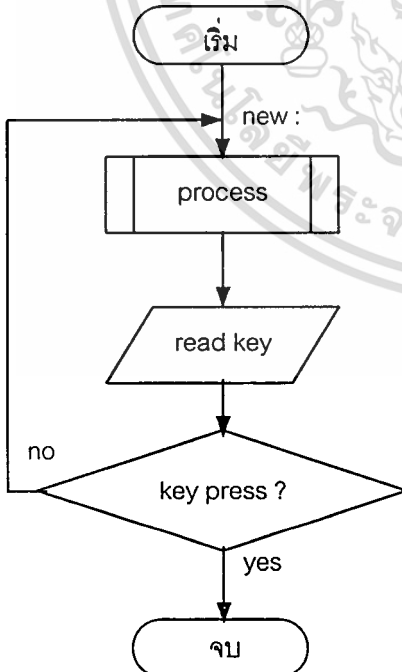
WHILE (Carry=1)
{
    process()
}
  
```

Assembly 8051:

```

new: JC    next
      SJMP end
next: LCALL process
      SJMP new
end:  RET
  
```

6.1.3 Repeat until



Pseudocode:

```

DO
{
    process()
}
UNTIL (key press)
  
```

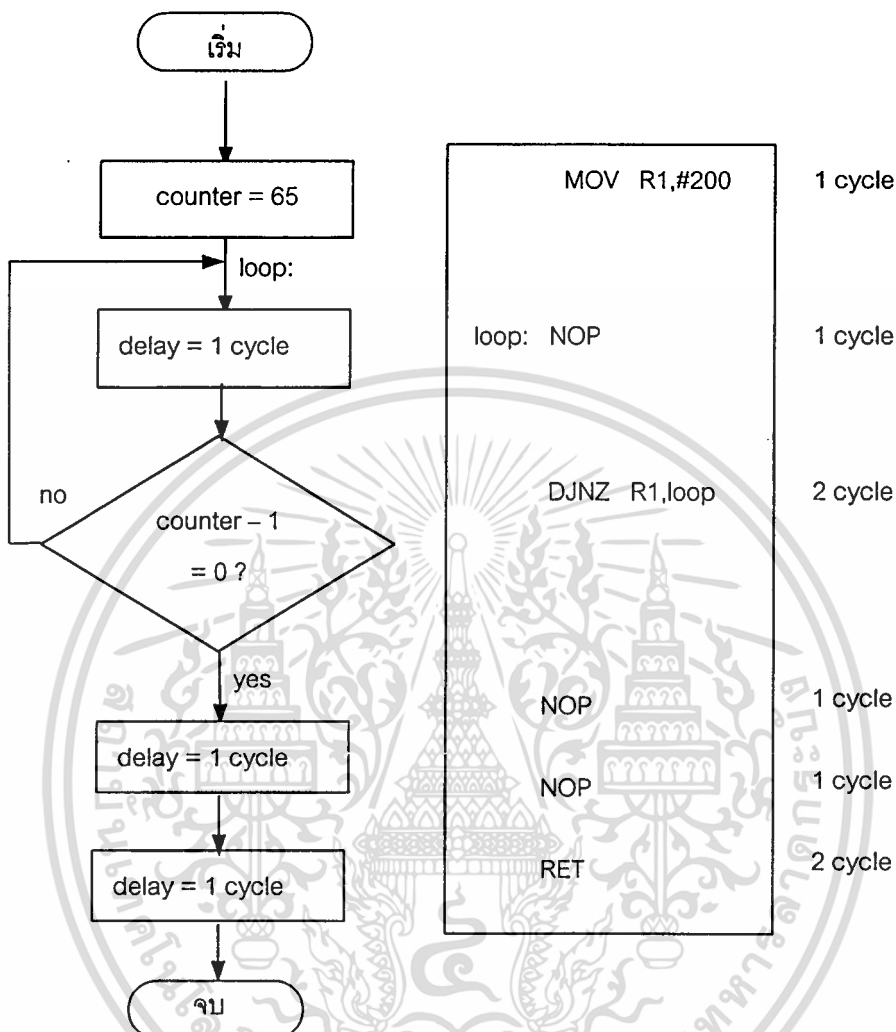
Assembly 8051: (key=p3.2)

```

new: LCALL process
      JB    key,new
      RET
; key press => p3.2=0
  
```

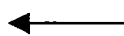
6.2 โปรแกรม delay loop ชั้นเดียว

6.2.1 โปรแกรม delay time 200 uS.



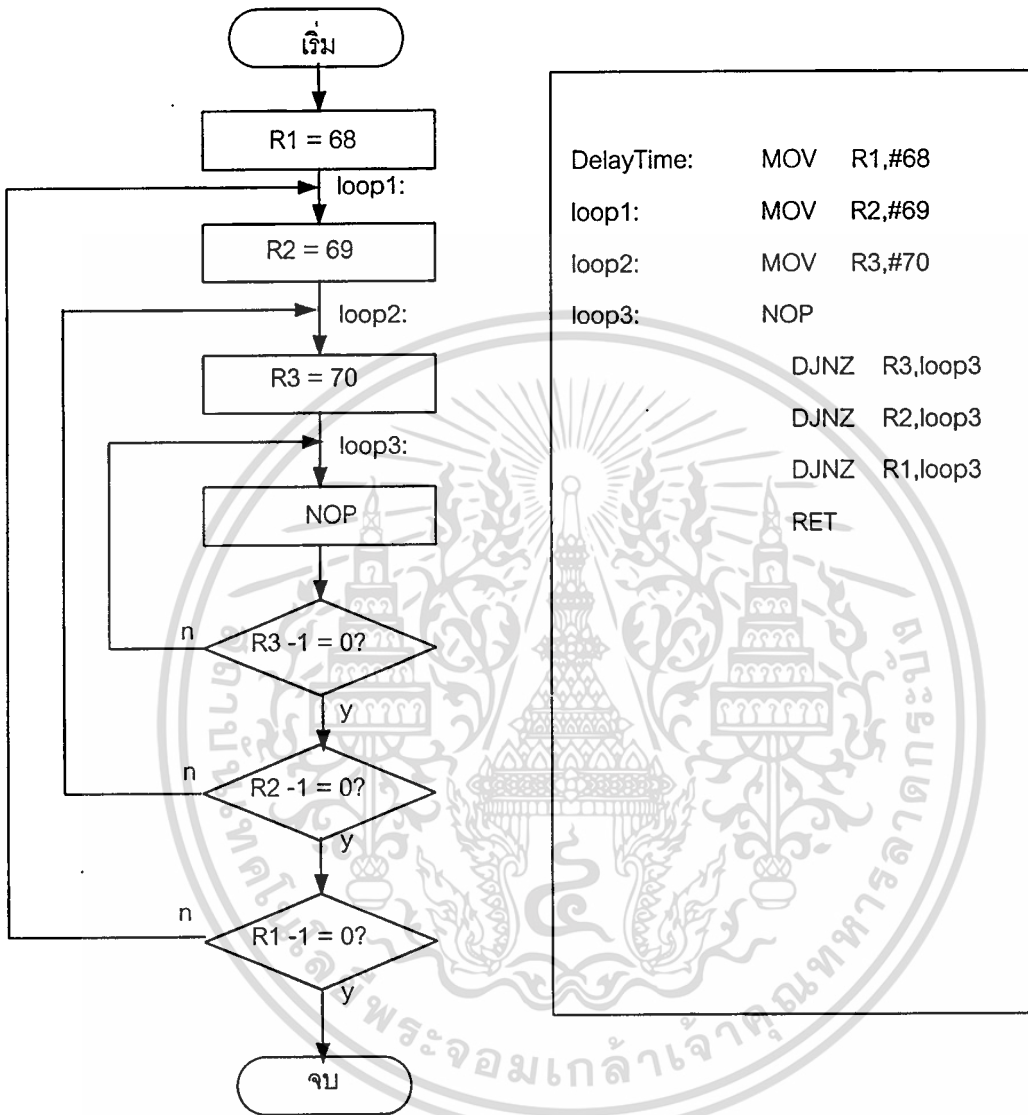
ให้ 1 cycle = 1 uS (XTAL = 12 MHz)

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้จำนวน Cycle รวม} &= 1 + \{ \{ 1 + 2 \} * 65 \} + 1 + 1 + 2 \\
 &= 1 + \{ \{ 3 \} * 65 \} + 4 \\
 &= 1 + \{ 195 \} + 4 \\
 &= 195 + 5 \\
 &= 200 \text{ Cycles} \\
 &= 200 \text{ uS}
 \end{aligned}$$



6.3 โปรแกรม delay loop หลายชั้น

6.3.1 โปรแกรม delay time 1 second



จะได้จำนวน cycle รวม = $1 + [1 + \{ 1 + (1+2) * 70 \} * 69 + 2] * 68 + 2$

= 999,603 cycles

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คอมพิวเตอร์

```
ORG 8100H
X EQU 03
8100..... MOV A,#X
..... MOV B,#X
..... SJMP NEXT
..... INC B
..... NEXT: INC A
..... LJMP 0036H ; กลับเข้าสู่หน่วยอินเตอร์
END
```

โปรแกรม 5.1

2. กำหนดค่า X เปลี่ยนแปลงตามตาราง 5.1 แล้วรันโปรแกรมในข้อ 1 ตรวจสอบผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ B บันทึกลงในตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ B

ค่า X	ผลลัพธ์ของโปรแกรม	
	รีจิสเตอร์ A	รีจิสเตอร์ B
03H		
45H		
89H		
FFH		

ค่าของรีจิสเตอร์ A กับรีจิสเตอร์ B ที่ได้จากโปรแกรมแตกต่างกันอย่างไร

3. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คอมพิวเตอร์

```
ORG 8100H
X EQU 02 ; X = 2
8100..... MOV A,#00 ; ผลลัพธ์
..... MOV R1,#00H
..... LOOP: INC R1
..... ADD A,R1
..... DA A ; ปรับเป็น BCD
```

```
..... CJNE R1,#X,LOOP ;
..... LJMP 0036H ; กลับสู่หน่วยอินเตอร์
END
```

โปรแกรม 5.2

4. รันโปรแกรมในข้อ 3 โดยเปลี่ยนค่า X ตามตาราง 5.2 แล้วบันทึกผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ R1 ลงในตาราง 5.2

ตาราง 5.2 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ R1

ค่า X	ผลลัพธ์ของโปรแกรม	
	รีจิสเตอร์ A	รีจิสเตอร์ R1
02H		
03H		
05H		
08H		
09H		

5. อธิบายผลลัพธ์ที่ได้ในรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ R1

6. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คอมพิวเตอร์

```
ORG 8100H
DATA: EQU 02H
8100..... START: MOV R1,#DATA ;
..... CLR A ; A = 00
..... LOOP: ADD A,R1 ; A = A+R1
..... DA A
..... DJNZ R1,LOOP
..... LJMP 0036H ; กลับสู่หน่วยอินเตอร์
END
```

โปรแกรม 5.3

7. รันโปรแกรมในข้อ 5 แล้วตรวจสอบค่าของรีจิสเตอร์ R1 (ในตำแหน่ง 01) และรีจิสเตอร์ A โดยเปลี่ยนค่า DATA ตามตาราง 5.3 แล้วรันโปรแกรมและบันทึกผลลัพธ์ของโปรแกรมลงในตาราง 5.3 อธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากรีจิสเตอร์ R1 และรีจิสเตอร์ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.3 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ R1

ค่า X	ผลลัพธ์ของโปรแกรม	
	รีจิสเตอร์ A	รีจิสเตอร์ R1
02H		
03H		
05H		
08H		
09H		

8. ผลลัพธ์ที่ได้ในตาราง 5.2 และ 5.3 แตกต่างกันหรือเหมือนกันอย่างไร เพราะสาเหตุใด

9. ป้อนโปรแกรมการใช้คำสั่ง JNC ต่อไปนี้เข้าสู่ชุดฝึก

X

8100.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

L1:

END1:

.....

ORG 8100H

EQU 0EH

MOV A,#X

CLR C

SUBB A,#10H

JNC L1

MOV R0,#00

SJMP END1

MOV R0,#0FFH

LJMP 0036H

END

โปรแกรม 5.4

10. ทดลองโปรแกรมโดยเปลี่ยนค่าของ X ตามตาราง 5.4 และบันทึกค่าของรีจิสเตอร์ A,R0 และแฟล็ก CY หลังจากรันโปรแกรม

ตาราง 5.4 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A รีจิสเตอร์ R0 และแฟลก CY

ค่า X	ผลลัพธ์ของโปรแกรม		
	รีจิสเตอร์ A	รีจิสเตอร์ R1	แฟลก CY
0EH			
0FH			
10H			
11H			
12H			

11. เขียนโปรแกรมการใช้คำสั่ง CJNE และ JNC ต่อไปเข้าชุดฝึก

ORG 8100H

X EQU 0EH

MOV A,#X

CJNE L1

JNC L1

MOV R0,#00

SJMP END1

L1: MOV R0,#0FFH

END1: LJMP 0036H

END

8100.....

.....

L2:.....

.....

.....

.....

L1:.....

END1:.....

โปรแกรม 5.5

12. รันโปรแกรมโดยเปลี่ยนค่าของ X ตามตาราง 5.5 และบันทึกค่าของรีจิสเตอร์ A,R0 และแฟลก CY หลังจากรันโปรแกรมลงในตาราง 5.5

ตาราง 5.5 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A รีจิสเตอร์ R0 และแฟลก CY

ค่า X	ผลลัพธ์ของโปรแกรม		
	รีจิสเตอร์ A	รีจิสเตอร์ R1	แฟลก CY
0EH			
0FH			
10H			
11H			
12H			

13. เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากตาราง 5.4 กับ 5.5 แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร เพราะเหตุใด

14. ป้อนโปรแกรม 4.6 การเรียกโปรแกรมย่อย เข้าสู่ชุดฝึก

```
ORG 8100H
DATA EQU 03H
8100..... START: MOV R0,#DATA
..... MOV R1,#1
..... CLR A
..... LOOP: LCALL SUB1 ; Call sub program
..... INC R1
..... DJNZ R0,LOOP
..... LJMP 0036H ; กลับสู่เมนูอินเตอร์
..... SUB1: ADD A,R1 ; A = A+R1
..... DA A
..... RET ; Return to main
..... END
```

โปรแกรม 5.6

15.รันโปรแกรมในข้อ 14 แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากรีจิสเตอร์ R0,R1 และรีจิสเตอร์ A โดยเปลี่ยนค่า DATA ตามตาราง 5.6

ตาราง 5.6 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ R0,R1 และรีจิสเตอร์ A

ค่า DATA	ผลลัพธ์ของโปรแกรม		
	รีจิสเตอร์ R0	รีจิสเตอร์ R1	รีจิสเตอร์ A
03H			
05H			
08H			
09H			

16. เปรียบเทียบผลลัพธ์จากโปรแกรมในตาราง 5.2 และ 5.3 แตกต่างกันอย่างไร

คำถาม

- 1. จงอธิบายความแตกต่างของการใช้คำสั่ง SJMP และ LJMP~
- 2. จงเขียนโปรแกรมย่อยในการหน่วงเวลา 0.5 ms เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้สัญญาณนาฬิกา 12 MHz

3. จงเขียนโปรแกรมการบวกเลข BCD 1 ถึง 10 แล้วนำผลลัพธ์เก็บในรีจิสเตอร์ R0

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เขียนโปรแกรมย่อยเพื่อให้มีการทำงานเทียบเท่ากับคำสั่งต่อไปนี้

IF $P1 > 10H$ THEN $R7 = R7 + 1$

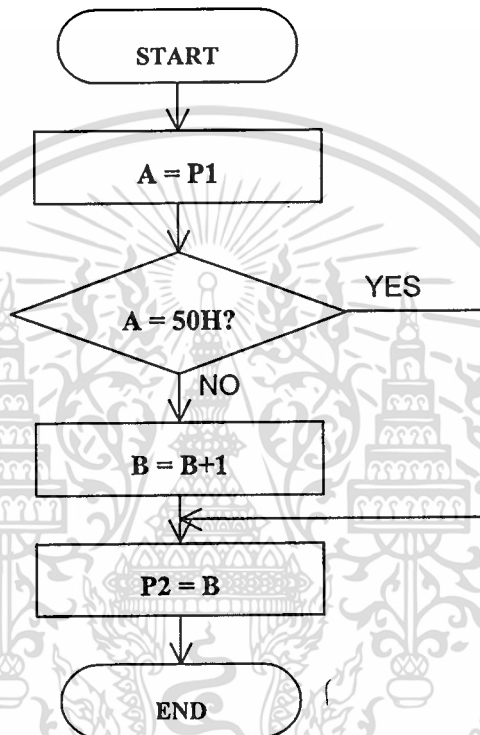
ELSE $R7 = R7 - 1$;

ENDIF.

5. เขียนโปรแกรมย่อยเพื่อทำการลดค่าข้อมูลในรีจิสเตอร์ B ลง 1 ค่าแบบ BCD

6. เขียนโปรแกรมจากผังโปรแกรมในรูป 4.1

7. เขียนโปรแกรมเพื่อทำการลดค่าของรีจิสเตอร์ B ลง 1 แบบ BCD



รูป 4.1

ใบงานการทดลองที่ 6
คำสั่งทางลอจิก

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของคำสั่งทางลอจิก 8 บิต
- 2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งทางลอจิกได้

ทฤษฎี

กลุ่มคำสั่งลอจิก

การกระทำคำสั่งลอจิกจะกระทำที่ ALU (Arithmetic Logic Unit) ที่เป็นหน่วยประมวลผลของ CPU จะมีอินพุตเข้ามาสองทางมากระทำกันใน ALU ซึ่งตัวตั้งมักจะอยู่ในรีจิสเตอร์ A และตัวกระทำอาจอยู่ในรีจิสเตอร์ B หรือที่อื่นๆ จะได้เอาที่พุดออกมาไปเพื่อนำไปเก็บไว้ที่ Accumulator (รีจิสเตอร์ A) ต่อไป การกระทำทางคำสั่งลอจิกได้แก่ การ Complement, AND, OR และ XOR ผลของการกระทำทางคณิตศาสตร์มีผลให้รีจิสเตอร์สถานะ (Status) เปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์แฟล็ก นอกจากนี้การเลื่อนบิตไปทางซ้ายหรือไปทางขวาจะกระทำที่ ALU เช่นกัน

1. การกระทำทางลอจิก

1.1 การ Complement

Complement เป็นการกลับบิตข้อมูลจาก 0 เป็น 1 และจาก 1 ไปเป็น 0
 $CPL\ A$; เป็นการกลับบิตข้อมูลในจะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A จาก 0 เป็น 1 และจาก 1 ไปเป็น 0

1.2 การ AND

ใช้รีจิสเตอร์ A และกับข้อมูลในหน่วยความจำ (I-RAM) ตำแหน่ง Direct เป็ Destination และกระทำกับ source ได้แก่ $A\ direct\ Rn\ @Ri$ และ $cont$ ซึ่งเป็นค่าคงที่ขนาด 8 บิต

True table		
A	AND B	output
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

คำสั่ง AND LOGIC มีดังนี้

$ANL\ A, \#cont$; เป็น AND ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับค่าคงที่ ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A

$ANL\ A, Rn$; เป็น AND ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในรีจิสเตอร์ Rn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ; ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ANL A,direct ; เป็น AND ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำ
; ตำแหน่ง direct ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ANL A,@Ri ; เป็น AND ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำ
; ตำแหน่งที่ระบุโดย Ri ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ANL direct,#cont ; เป็น AND กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง direct
; กับค่าคงที่ ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่ง
; direct
- ANL direct,A ; เป็น AND กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง direct
; กับข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในหน่วยความจำ
; ตำแหน่ง direct

1.3 การ OR

True table	A	OR B	output
	0	0	0
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	1

คำสั่ง OR LOGIC มีดังนี้

- ORL A,#cont ; เป็น OR ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับค่าคงที่ ผลลัพธ์ที่ได้
; จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ORL A,Rn ; เป็น OR ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในรีจิสเตอร์ Rn ผลลัพธ์
; ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ORL A,direct ; เป็น OR ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำ
; ตำแหน่ง direct ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ORL A,@Ri ; เป็น OR ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำ
; ตำแหน่งที่ระบุโดย Ri ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A
- ORL direct,#cont ; เป็น OR กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง direct กับค่าคงที่
; ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่ง direct
- ORL direct,A ; เป็น OR กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง direct กับข้อมูลใน
; รีจิสเตอร์ A ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่ง
; direct

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 การ XOR

True table

A XOR B	output
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	0

เหมือนกันเป็น "0"

ต่างกันเป็น "1"

คำสั่ง XOR LOGIC มีดังนี้

- XRL A,#cont ; เป็น XOR ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับค่าคงที่ ผลลัพธ์ที่ได้
; จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A
- XRL A,Rn ; เป็น XOR ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในรีจิสเตอร์ Rn
; ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A
- XRL A,direct ; เป็น XOR ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำ
; ตำแหน่ง direct ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A
- XRL A,@Ri ; เป็น XOR ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A กับข้อมูลในหน่วยความจำ
; ตำแหน่ง ที่ระบุโดย Ri ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A
- XRL direct,#cont ; เป็น XOR กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง direct กับค่าคงที่
; ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่ง direct
- XRL direct,A ; เป็น XOR กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง direct กับข้อมูล
; ในรีจิสเตอร์ A ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในหน่วยความจำ
; ตำแหน่ง direct

2. การเลื่อนบิต

2.1 การเลื่อนบิตไปทางซ้าย

ข้อมูลก่อนการเลื่อนบิต

7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1

4DH = 77d

←

ข้อมูลหลังการเลื่อนบิต

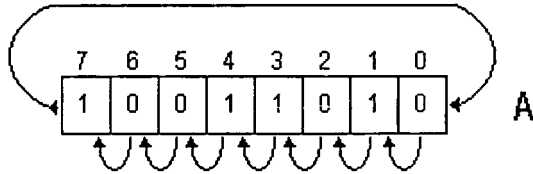
7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	1	1	0	1	0

9AH = 154d = 77x2

คำสั่ง การเลื่อนบิตไปทางซ้าย มีดังนี้

2.1.1 Rotate Left เป็นการหมุนข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ขนาด 8 บิต

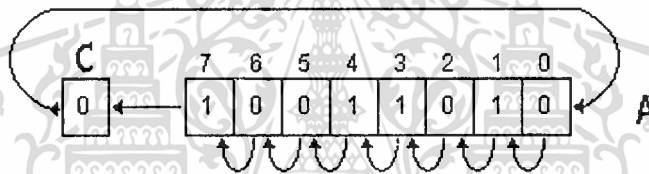
ไปทางซ้าย 1 บิต



RL A ; เป็นหมุนข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ไปทางซ้าย 1 บิต

2.1.1 Rotate Left with Carry เป็นการหมุนข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ผ่าน Carry flag รวม

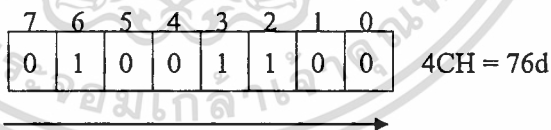
ข้อมูลมีขนาด 9 บิต ไปทางซ้าย 1 บิต



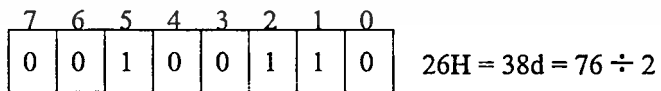
RLC A ; เป็นหมุนข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ผ่าน Carry flag ไปทางซ้าย 1 บิต

2.2 การเลื่อนบิตไปทางขวา

ข้อมูลก่อนการเลื่อนบิต



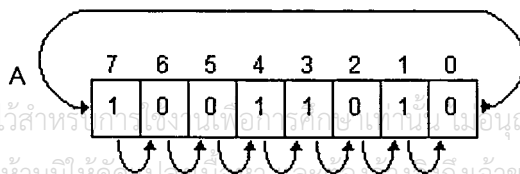
ข้อมูลหลังการเลื่อนบิต



คำสั่ง การเลื่อนบิตไปทางขวา มีดังนี้

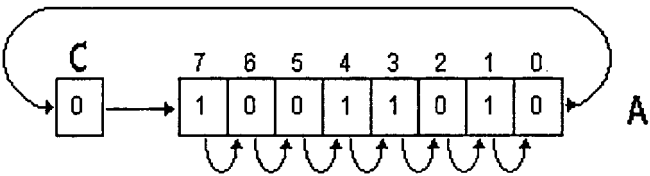
2.1.1 Rotate Right เป็นการหมุนข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ขนาด 8 บิต

ไปทางขวา 1 บิต



RR A ; เป็นหมุนข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ไปทางขวา 1 บิต

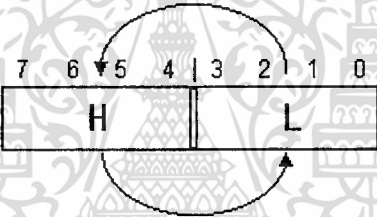
2.1.1 Rotate Right with Carry เป็นการหมุนข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ผ่าน Carry flag รวมข้อมูลมีขนาด 9 บิต ไปทางขวา 1 บิต



RRC A ; เป็นหมุนข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ผ่าน Carry flag ไปทางขวา 1 บิต

3. การสลับข้อมูล nibble

3.1 การสลับข้อมูลขนาด 4 บิต ตัวอย่างเช่น ข้อมูล 34H หลังสลับจะได้ 43H โดยสลับข้อมูล low nibble กับ high nibble



SWAP A ; เป็นสลับข้อมูลในรีจิสเตอร์ A 4บิต low nibble กับ high nibble

4. การเขียนโปรแกรมลอจิกและการเลื่อนบิต

4.1 การ PACK ข้อมูลขนาด 8 บิต

เขียนคำสั่ง PACK ข้อมูลขนาด 4 บิต 2-จำนวน รวมกันเป็น 1 ไบต์ ให้ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A = 01 และ R1 = 02 PACK แล้วจะได้ A = 12H

โปรแกรม	อธิบาย
MOV A,#01	A = 01H
MOV R1,#02	R1 = 02H
SWAP A	A = 10H
ORL A,R1	A = 12H

4.2 การ UNPACK ข้อมูล 8 บิต

เขียนคำสั่ง UNPACK ข้อมูลขนาด 8 บิตแยกออกเป็น 2 ไบต์ให้ข้อมูลใน
รีจิสเตอร์ R1 = 12H UNPACK แล้วจะได้ A = 01 และ R1 = 02

โปรแกรม	อธิบาย
MOV R1,#12H	R1 = 12H
MOV A,R1	A = 12H R1 = 12H
ANL A,#0FH	A = 02H R1 = 12H
XCH A,R1	A = 12H R1 = 02H
SWAP A	A = 21H R1 = 02H
ANL A,#0FH	A = 01H R1 = 02H

การทำ MASK หมายถึงการใส่หน้ากากข้อมูล โดยถ้าต้องการปิดกั้น (มีค่าเป็น 0) บิตไหน
ต้องทำการ AND บิตนั้นด้วย “0” แต่ถ้าต้องการเปิด (มีค่าคงเดิม) บิตไหน ต้องทำการ AND บิตนั้น
ด้วย “1”

4.3 การเข้ารหัสข้อมูลและการถอดรหัสข้อมูล

เขียนคำสั่งเข้ารหัสด้วยคำสั่ง XOR และถอดรหัสด้วย XOR ห้ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A = 12H
เมื่อ Encryptogram (XOR) ด้วยค่า “5AH” แล้วจะได้ A = 48H จากนั้นนำข้อมูลในรีจิสเตอร์ A =
48H มา Decryptogram (XOR) ด้วยค่า “5AH” อีกครั้ง ซึ่งใช้เป็นคีย์ที่ใช้ถอดรหัส แล้วจะได้ A =
12H ตามเดิม

โปรแกรม	อธิบาย
Encrypt:	
MOV A,#12H	A = 12H old data
XRL A,#5AH	A = 48H new data 5AH => key
Decrypt:	
XRL A,#5AH	A = 12H old data

การทดลอง

1. เขียนรหัสคำสั่งและป้อน โปรแกรม 6.1 เข้าสู่คีย์บอร์ด

```

                                ORG  8100H
                                EQU  01
8100.....                     MOV  R0,#X
.....                          MOV  A,#11001010B
.....      LOOP:              CLR  C
.....                          RR   A
.....                          DJNZ R0,LOOP
.....                          LJMP 0036H      ; กลับสู่มอนิเตอร์
                                END

```

โปรแกรม 6.1

2. รัน โปรแกรมในข้อ 1 โดยเปลี่ยนค่าของ X ตามตาราง 5.1 แล้วตรวจสอบค่าของ รีจิสเตอร์ A และ แฟล็ก CY บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 6.1

ตาราง 6.1 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และแฟล็ก CY

ค่า X	รีจิสเตอร์ A (ฐานสอง)	แฟล็ก CY
01		
03		
05		
07		
09		

3. เปลี่ยนคำสั่ง RR A ในข้อ 1 เป็นคำสั่ง RRC A แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 แล้ว บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 6.2

ตาราง 6.2 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และแฟล็ก CY

ค่า X	รีจิสเตอร์ A (ฐานสอง)	แฟล็ก CY
01		
03		
05		
07		
09		

4. เขียนรหัสคำสั่งและป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คฝิก

ORG 8100H

X EQU 01

8100..... MOV R0,#X

..... MOV A,#11001010B

..... LOOP: CLR C

..... RL A

..... DJNZ R0,LOOP

..... LJMP 0036H ; กลับสู่หน่วยอินเตอร์

END

โปรแกรม 6.1

5. ทดลองโปรแกรมในข้อ 4 โดยเปลี่ยนค่าของ X ตามตาราง 6.3 แล้วตรวจสอบค่าของรีจิสเตอร์ A และแฟลก CY บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 6.3

ตาราง 6.3 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และแฟลก CY

ค่า X	รีจิสเตอร์ A (ฐานสอง)	แฟลก CY
01		
03		
05		
07		
09		

6. เปลี่ยนคำสั่ง RL A ในข้อ 4 เป็นคำสั่ง RLC A แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 5 บันทึกผลลงในตาราง 6.4

ตาราง 6.4 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และแฟลก CY

ค่า X	รีจิสเตอร์ A (ฐานสอง)	แฟลก CY
01		
03		
05		
07		
09		

7. เขียนรหัสคำสั่งและป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่ชุดฝึก

```

                                ORG  8100H
                                X      EQU  23H
8100.....                   MOV  A,#X
.....                       ANL  A,#0FH
.....                       LJMP  0036H      ; กลับเข้าสู่หน่วยอนิเตอร์
                                END

```

โปรแกรม 6.3

8. กำหนดค่า X ตามตาราง 6.5 และรันโปรแกรมในข้อ 7 แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่รีจิสเตอร์ A หลังจากรันโปรแกรมบันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 6.5

ตาราง 6.5 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A

ค่า X ที่กำหนด	รีจิสเตอร์ A
23H	
A1H	
10H	
5FH	

9. เปลี่ยนรหัสคำสั่ง ANL A,#0FH เป็น ANL A,#F0H แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 8 บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 6.6

ตาราง 6.6 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A

ค่า X ที่กำหนด	รีจิสเตอร์ A
23H	
A1H	
10H	
5FH	

10. เขียนรหัสคำสั่งและป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่ชุดฝึก

```

                                ORG  8100H
8100.....                   MOV  06,#01010101B
.....                       MOV  A,#11110000B

```

```
..... ANL 06,A
..... LJMP 0036H ; กลับเข้าสู่มอนิเตอร์
END
```

โปรแกรม 6.4

- 11. รันโปรแกรมในข้อ 10 และตรวจสอบผลลัพธ์หลังจาก รันโปรแกรมแล้วหน่วยความจำภายในตำแหน่ง 06 = และรีจิสเตอร์ A =
- 12. เปลี่ยนคำสั่ง ANL 06,A ในข้อ 10 เป็น ORL 06,A และทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 11 แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ในหน่วยความจำภายในตำแหน่ง 06 = และรีจิสเตอร์ A =
- 13. เปลี่ยนคำสั่ง ANL 06,A ในข้อ 10 เป็น XRL 06,A และทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 11 แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ในหน่วยความจำภายในตำแหน่ง 06 = และรีจิสเตอร์ A =
- 14. เขียนรหัสคำสั่งและป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คีม

```

X
8100..... ORG 8100H
..... EQU 00110011B
..... MOV A,#X
..... CPL A
..... NOP
..... LJMP 0036H ; กลับเข้าสู่มอนิเตอร์
..... END
```

โปรแกรม 6.5

- 15. ทำการทดลองโปรแกรมในข้อ 14 แล้วตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่รีจิสเตอร์ A บันทึกผลลงในตาราง 6.7

ตาราง 6.7 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A

ค่า X	ผลลัพธ์ข้อ 15 รีจิสเตอร์ A	ผลลัพธ์ข้อ 16 รีจิสเตอร์ A
00110011		
11110000		
10101100		
11001100		

- 16. เปลี่ยนคำสั่ง NOP ในข้อ 14 เป็นคำสั่ง CLR A แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 15 บันทึกผลของรีจิสเตอร์ A ในตาราง 6.7
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. เขียนรหัสคำสั่งและป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่ชุดฝึก

ORG 8100H

X EQU 0FH

8100.....MOV A,#X

.....ANL A,#0FH

.....MOV B,A

.....MOV A,#X

.....SWAP A

.....ANL A,#0FH

.....LJMP 0036H ; กลับเข้าสู่หน่วยอินเตอร์

END

โปรแกรม 6.6

18. กำหนดค่า X ตามตาราง 6.8 แล้วรันโปรแกรมในข้อ 17 และบันทึกผลลัพธ์ของโปรแกรมลงในตาราง 6.8

ตาราง 6.8 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ B

ค่า X	ผลลัพธ์โปรแกรม	
	รีจิสเตอร์ A	รีจิสเตอร์ R1
0FH		
25H		
A4H		
37H		

คำถาม

1. เขียนชุดคำสั่งเพื่อหาเครื่องหมายของการคูณเลข 2 จำนวนที่มีบิตเครื่องหมายอยู่ทางซ้ายมือสุด (บิตที่ 7) โดยกำหนดให้ 1 = ลบ 0 = บวก

- คูณ - ได้ +
- คูณ + ได้ -
- + คูณ - ได้ -
- + คูณ + ได้ +

ตัวตั้งอยู่ที่ตำแหน่ง 10 H ตัวคูณอยู่ที่ตำแหน่ง 11H ผลลัพธ์ของเครื่องหมายอยู่ที่ บิต 7 ของตำแหน่ง 12H

2. เขียนชุดคำสั่งเพื่อเปลี่ยนข้อมูล 4 บิตต่ำในรีจิสเตอร์ B ให้เป็นตรงข้ามทั้งหมด ส่วนข้อมูล 4 บิตสูงให้คงเดิม ตัวอย่างเช่น $B = 11010110$ เมื่อรันชุดคำสั่งจะได้ $B = 11011001$
 3. เขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการหมุนข้อมูลแบบ 16 บิต ที่เก็บอยู่ในตำแหน่ง 10H และ 11H ให้หมุนไปทางขวามือแบบวงกลมโดยให้ข้อมูลในตำแหน่ง 10H เป็น 8 บิตสูง
 4. เขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการนับจำนวนบิตที่เป็น 1 ในรีจิสเตอร์ B แล้วนำผลลัพธ์ที่นับได้เก็บในรีจิสเตอร์ R0
 5. เขียนโปรแกรมย่อยเพื่อแยกข้อมูล ในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 10H ออกเป็นข้อมูลสองตัวเก็บในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 11H และ 12H
- ตัวอย่างหากค่าในตำแหน่ง 10H และ 5A เมื่อรันโปรแกรมย่อยจะได้ค่าในตำแหน่ง 11H = 05 และค่าในตำแหน่ง 12H = 0A



ใบงานการทดลองที่ 7

การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของพอร์ตในลักษณะเอาต์พุต
- 2. เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อ LED กับพอร์ตของ MCS-51 ได้
- 3. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลออกไปควบคุม LED ได้

ทฤษฎี

การเขียนโปรแกรมไฟวิ่งไม่จำกัดแบบ

จำนวนแบบไฟวิ่งไม่ได้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมจะขึ้นอยู่กับรหัสจบ (Ending Code) ที่เป็นข้อมูลใส่ไว้ในหน่วยความจำตัวสุดท้ายของแบบไฟวิ่ง ซึ่งรหัสนี้จะต้องไม่ตรงกับรหัสของแบบไฟวิ่งที่มีอยู่ก่อนหน้านั้น ดังนั้นจำนวนแบบไฟวิ่งจึงไม่จำกัดขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยความจำเป็นหลัก

ตัวอย่างโจทย์ จงเขียนโปรแกรมไฟวิ่งไม่จำกัดแบบ โปรแกรมเริ่มต้นทำงานที่แอดเดรส 8000H โดย เก็บแบบไฟวิ่งขนาด 8 บิตไว้ที่หน่วยความจำโปรแกรมเริ่มที่แอดเดรส 8500H และนำไปแสดงผลที่พอร์ต P1 โดยใช้วงจร Chilli-56 ใช้เวลาแสดงผลแบบละประมาณ 1 วินาที โดยไม่จำกัดแบบ

การออกแบบโปรแกรมประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- 1) Problem analysis

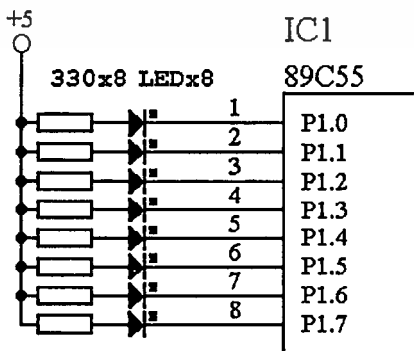
ทำ โจทย์บอกให้นำข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรม ออกพอร์ต P1

ข้อมูลอินพุต ในหน่วยความจำโปรแกรม แอดเดรส 8500H

เอาต์พุต ออกพอร์ต P1

ใช้เวลา แสดงไฟวิ่งแบบละ 1 วินาที

- 2) Circuit



จากวงจร LED 8 ดวงต่อกับ พอร์ต P1

ติด เมื่อให้ลอจิก 0 ที่พอร์ต P1

ดับ เมื่อให้ลอจิก 1 ที่พอร์ต P1

รูปที่ 12.1 วงจรจาก Chilli-56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Model

หน่วยความจำโปรแกรม ใช้เก็บแบบ (pattern) ไฟวี่ง

Input data		Output port									
Address(H)	Data (H)	ให้ลอจิก 1 ดิจ และลอจิก 0 ดับ	แอดเดรสพอร์ต P1 = 90H								
8500	81	1000 0001B	7 6 5 4 3 2 1 0								
8501	42	0100 0010B	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>P1</td></tr></table>								P1
							P1				
8502	24	0010 0100B									
8503	18	0001 1000B									
8504	00	0000 0000B									
8505	FF	1111 1111B									
8506	1B	ending code									

4) Algorithm

ขั้นตอนวิธีการทำงานของโปรแกรม ในโปรแกรมหนึ่งๆ อาจมีจำนวนขั้นตอน (Step) การทำงานของโปรแกรมต่างกัน ซึ่งจะเรียงลำดับก่อนและหลังตามการทำงานของโปรแกรม การเขียนขั้นตอนวิธีอาจจะมีการเขียนหลายครั้งเพื่อปรับให้ได้โปรแกรมที่เหมาะสมและรัดกุมการทำงานของโปรแกรม ในครั้งแรกๆ อาจเป็นขั้นตอนหยาบๆ ต่อจากนั้นปรับปรุงเพิ่มรายละเอียดมากขึ้นเพื่อให้โปรแกรมสมบูรณ์และง่ายต่อการเขียนโปรแกรมต่อไป ขั้นตอนวิธีจะใช้คำพูดง่ายๆ อธิบายการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้เข้าใจได้ในระดับหนึ่ง

ขั้นตอนวิธีการทำงานของโปรแกรมไฟวี่งไม่จำกัดแบบ
ครั้งแรก

- ขั้นตอนที่
1. นำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ
 2. นำข้อมูลออกพอร์ต P1
 3. หน่วงเวลา
 4. กลับไปทำขั้นตอนที่ 1 ใหม่

ข้อสังเกต จากขั้นตอนวิธีข้างต้น ไม่ได้ระบุตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บแบบ ข้อมูลในตารางจะกลับกับข้อมูลที่ LED จะติด-ดับ ดังนั้นจึงต้องกลับข้อมูลก่อน และไม่ได้กำหนดจุดสุดท้ายของแบบหรือข้อมูลไว้ การปรับปรุงขั้นตอนวิธีใหม่ดังนี้

ครั้งที่สอง

- ขั้นตอนที่
1. กำหนด Pointer ชี้ตำแหน่งเริ่มต้นของหน่วยความจำที่เก็บแบบ
 2. นำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ ตำแหน่งที่ Pointer ชี้
 3. ตรวจสอบข้อมูลว่าเป็น รหัสจบหรือไม่

ถ้าไม่ ไปทำในขั้นตอนที่ 5

ถ้าใช่ ทำขั้นตอนต่อไป

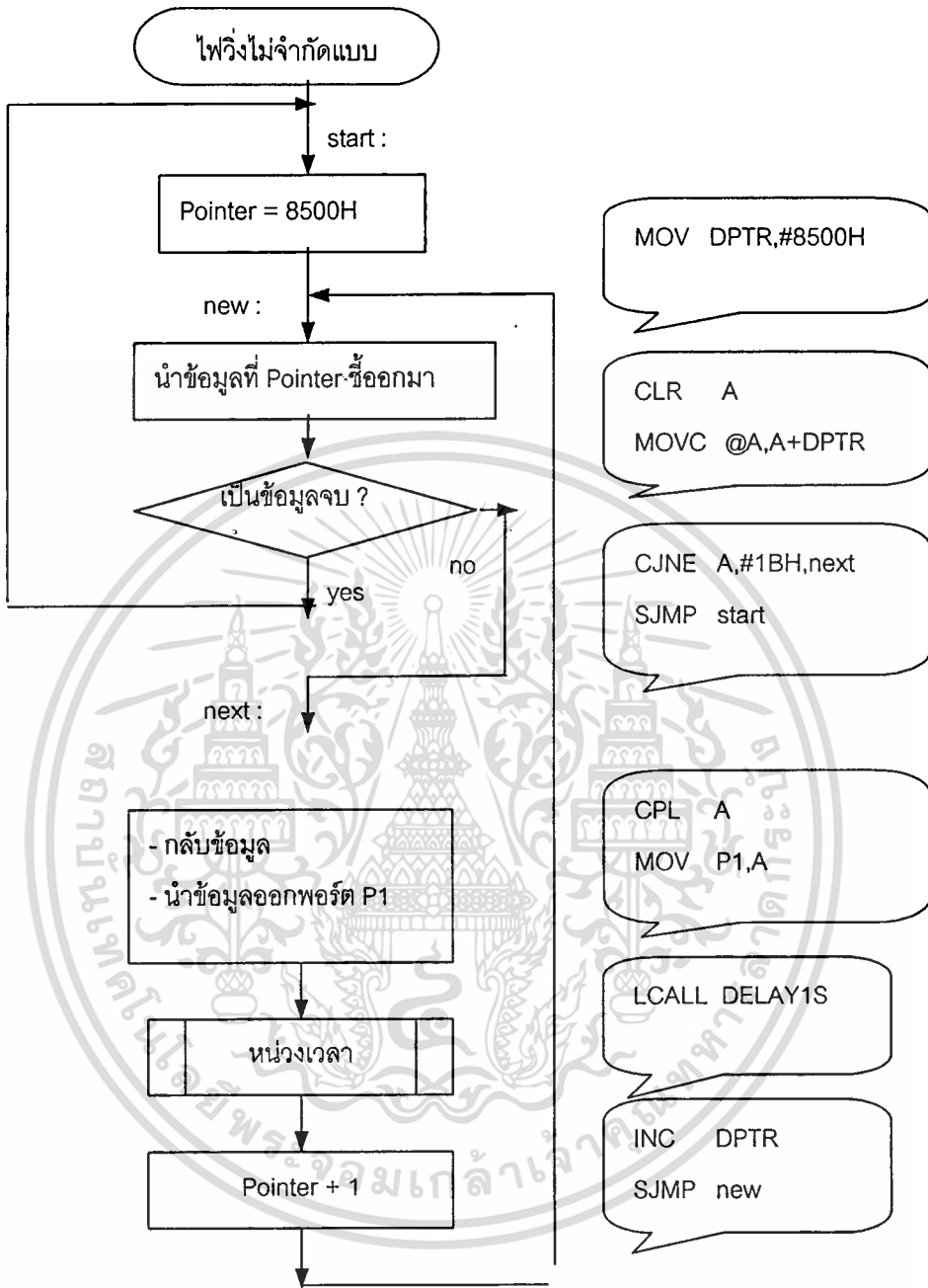
4. กลับไปทำขั้นตอนที่ 1 เพื่อเริ่มต้นใหม่
5. กลับข้อมูล
6. นำข้อมูลออกพอร์ต P1
7. เรียกโปรแกรมย่อย หนึ่งเวลา
8. เพิ่มค่าตำแหน่งตัวชี้แอดเดรสหน่วยความจำที่เก็บแบบ (Pointer+1)
9. กลับไปทำขั้นตอนที่ 2 เพื่อแสดงแบบอันใหม่ต่อไป

ถ้าเห็นว่าขั้นตอนวิธียังไม่ละเอียดหรือยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ก็อาจจะต้องทำการแก้ไขครั้งใหม่ต่อไป

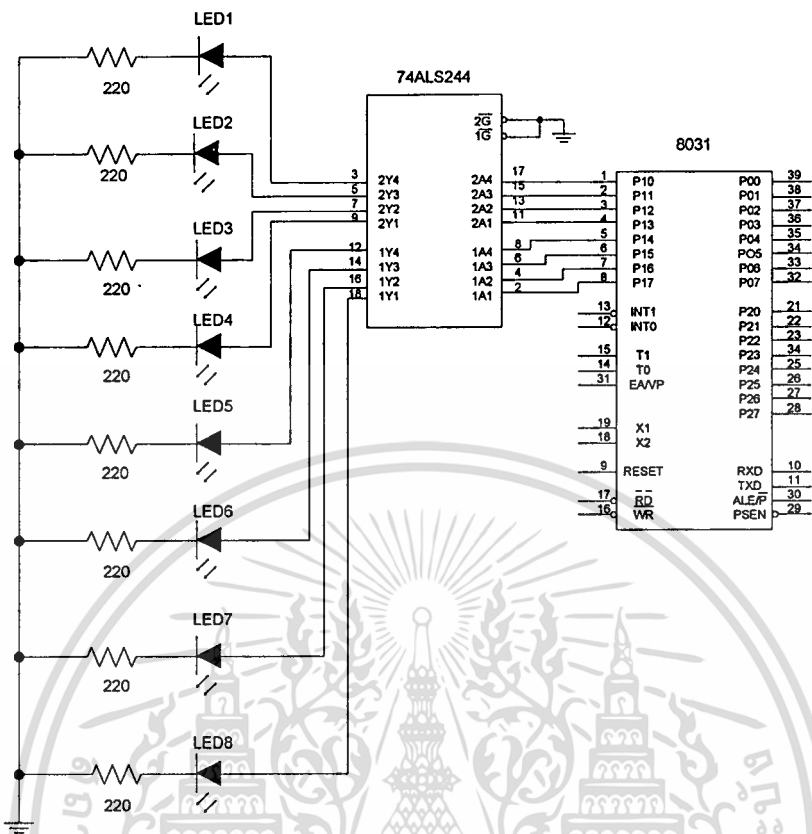
5) Flowchart

เขียนแผนผังลำดับงานแบบ Top-down design โดยเริ่มทำการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร (Initial Variables) อาจใช้ รีจิสเตอร์ ขนาด 8 บิต เช่น รีจิสเตอร์ A B DPH DPL รีจิสเตอร์ R0 ถึง รีจิสเตอร์ R7 รีจิสเตอร์ ขนาด 16 บิต ได้แก่ รีจิสเตอร์ DPTR หน่วยความจำใน I-RAM หรือใน หน่วยความจำใน X-RAM จากนั้นจึงเริ่มกระบวนการทำงาน (Process) ต่อไป

หลังจากเขียนผังงานและตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วว่าโปรแกรมน่าจะสามารถทำงานได้จริง ให้ทำการแทนแต่ละบล็อก ด้วยคำสั่งนี้โมนิกส์ต่อไป



การทดลอง



รูป 7.1 การเชื่อมต่อ LED กับพอร์ต 1

- 1. เชื่อมต่อ LED เข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ตามวงจรในรูป 7.1
- 2. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่ชุดฝึก

```
ORG 8100
X EQU 0F0H
8100..... MOV P1,#X
..... LJMP 0036H
END
```

โปรแกรม 7.1

- 3. ทดลองโปรแกรมในข้อ 2 โดยเปลี่ยนค่า X ตามตาราง 7.1 แล้วบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการแสดงผลที่ LED1-LED8 ลงในตาราง 7.1

ตาราง 7.1 ผลลัพธ์ของ LED

ค่า X	ผลลัพธ์ของโปรแกรม							
	LED8	LED7	LED6	LED5	LED4	LED3	LED2	LED1
F0H								
0FH								
C1H								
37H								

4. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าชุดฝึก

```
8100                                ORG 8100H
8100 759000          START:  MOV P1,#00H
8103 D290                                SETB P1.0
8105 12812E                                LCALL DELAY
8108 D291                                SETB P1.1
810A 12812E                                LCALL DELAY
810D D292                                SETB P1.2
810F 12812E                                LCALL DELAY
8112 D293                                SETB P1.3
8114 12812E                                LCALL DELAY
8117 D294                                SETB P1.4
8119 12812E                                LCALL DELAY
811C D295                                SETB P1.5
811E 12812E                                LCALL DELAY
8121 D296                                SETB P1.6
8123 12812E                                LCALL DELAY
8126 D297                                SETB P1.7
8114 12812E                                LCALL DELAY
812B 028100                                LJMP START
812E 7D50              DELAY:  MOV R5,#50H
8130 7EFF              DEL1:  MOV R6,#0FFH
8132 00              DEL2:  NOP
8133 DEFD                                DJNZ R6,DEL2
8135 DDF9                                DJNZ R5,DEL1
```

```
8137 22          RET
                END
```

โปรแกรม 7.2

- 5. ทดลองโปรแกรมในข้อ 4 แล้วสังเกตการแสดงผลของ LED มีลักษณะอย่างไร
- 6. อธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 5
- 7. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คีม

;Turn on from right to left

```
8100          ORG  8100H
                X      EQU  50H

8100 7400      START:  MOV  A,#00
8102 F590      LOOP1:  MOV  P1,A
8104 128118          LCALL DELAY
8107 D3         SETB  C
8108 33         RLC   A
8109 50F7          JNC  LOOP1
                ;Turn off from right to left
810B 74FF          MOV  A,#0FFH
810D F590      LOOP:  MOV  P1,A
810F 128118          LCALL DELAY
8112 C3         CLR   C
8113 33         RLC   A
8114 40F7          JC   LOOP2
8116 80E8          SJMP START
2118 7F50      DELAY:  MOV  R7,#X
811A 7EFF      DEL1:  MOV  R6,#0FFH
811C 00         DEL2:  NOP
811D DEFD          DJNZ  R6,DEL2
811F DFF9          DJNZ  R7,DEL1
8121 22         RET
                END
```

โปรแกรม 7.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. รันโปรแกรมในข้อ 7 แล้วสังเกตการแสดงผลที่ LED1-LED8 การแสดงผลของ LED เป็นอย่างไร

9. เปลี่ยนค่า X จาก 50H เป็น 10H และ FFH แล้วรันโปรแกรม เปรียบเทียบผลลัพธ์กับข้อ 8 แตกต่างกันอย่างไร

10. รันโปรแกรมต่อไปนี้แล้วตรวจสอบผลลัพธ์การแสดงผลที่ LED

```

                                ORG    8100H
8100 7F08          START:    MOV    R7,#08H
8102 7480                                MOV    A,#80H
8104 F590          LOOP:    MOV    P1,A
8106 23                                RL     A
8107 12810E        LCALL    DELAY
810A DFF8                                DJNZ   R7,LOOP
810C 80E2                                SJMP   START
810E 7EFF          DELAY:    MOV    R6,#0FFH
8110 7DFD          DEL1:    MOV    R5,#0FFH
8112 00            DEL2:    NOP
8113 DDFD          DJNZ     R5,DEL2
8115 DEF9                                DJNZ   R6,DEL1
8117 22                                RET
                                END

```

โปรแกรม 7.4

11. อธิบายการแสดงผลของ LED จากโปรแกรมในข้อ 10

12. ทำการทดลองโปรแกรมต่อไปนี้แล้วสังเกตผลการแสดงผลที่ LED

```

                                ORG    8100H
8100 7800          START:    MOV    R0,#00
8102 90811C        MOV    DPTR,#TABLE
8105 E8            LOOP:    MOV    A,R0
8106 93                                MOVC   A,@A+DPTR
8107 F590                                MOV    P1,A
8109 128112        LCALL    DELAY
810C 08                                INC     R0
810D B810F5        CJNE    R0,#08,LOOP

```

8110 80EE		SJMP	START
8112 7E80	DELAY:	MOV	R6,#80H
8114 7FFF	DEL1:	MOV	R7,#0FFH
8116 00	DEL2:	NOP	
8117 DFFD		DJNZ	R7,DEL2
8119 DEF9		DJNZ	R6,DEL1
811B 22		RET	
811C 81	TABLE:	DB	10000001B
811D 42		DB	010000010B
811E 24		DB	00100100B
811F 18		DB	00011000B
8120 18		DB	00011000B
8121 24		DB	00100100B
8122 42		DB	01000010B
8123 81		DB	10000001B
8124 81		DB	10000001B
8125 C3		DB	11000011B
8126 E7		DB	11100111B
8127 FF		DB	11111111B
8128 FF		DB	11111111B
8126 E7		DB	11100111B
8125 C3		DB	11000011B
8124 81		DB	10000001
END			

โปรแกรม 7.5

13. สรุปการแสดงผลของ LED จากโปรแกรมในข้อ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถาม

1. เมื่อซีพียู ใช้ความถี่ 12 MHz เขียนโปรแกรมเพื่อให้พอร์ต P1.0 ส่งสัญญาณความถี่ 5 KHz
2. จากวงจรในรูป 6.1 เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้ LED 1 ติดและดับสลับกัน 0.25 วินาที และ LED 2 ติดและดับสลับกัน 1 วินาที
3. จากวงจรในรูป 6.1 จงเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้หลอด LED ติดจากซ้ายไปขวาทางขวาเพิ่มขึ้นทีละหลอดจนติดครบ 8 หลอดแล้วให้ดับครึ่งละหลอดจากขวาไปซ้ายจนหมดแล้วจึงเริ่มติดใหม่ โดยให้เวลาในการติดของแต่ละหลอดห่างกัน 0.5 วินาที



ใบงานการทดลองที่ 8

การเชื่อมต่อพอร์ตกับสวิตช์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อสวิตช์เข้ากับพอร์ตได้
2. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการอ่านค่าจากสวิตช์ได้
3. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ไขปัญหา Bounce ของสวิตช์ได้

ทฤษฎี

การประยุกต์ใช้งาน ไมโครโปรเซสเซอร์

1. หลักการอินพุตและเอาต์พุต (I/O)

I/O เป็นหน่วยหนึ่งของคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่รับและส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก ตัวอย่างเช่นเอาต์พุตที่ใช้ในวงจร Chilli-56 ได้แก่ LED LED-7-Segments และ ลำโพงกำเนิดเสียง เป็นต้น ส่วนอินพุตที่ใช้ได้แก่ Push Button Switch และ Dip Switch

Chilli-56 Single Board Microcomputer ต่อพอร์ต P1 กับ LED ในลักษณะการทำงานที่ใช้กระแส Sink ทำให้พอร์ตสามารถขับ โหลดได้ถึง 45 mA ดังนั้นลอจิกที่ใช้ในการควบคุม LED จะใช้ลอจิก 0 ที่พอร์ต P1 ทำให้ LED สว่าง ในทำนองกลับกัน ถ้าให้ลอจิก 1 ที่พอร์ต P1 ทำให้ LED ดับ แอдресของพอร์ต P1 อยู่ใน SFR แอдресที่ 90H มีขนาด 8 บิต

	7	6	5	4	3	2	1	0	
90H,	97H	96H	95H	94H	93H	92H	91H	90H	P1

Push Button Switch ต่ออยู่กับพอร์ต P3 โดย S1 ต่ออยู่กับ P3.2 S2 ต่ออยู่กับ P3.3 และ Dip Switch 2 หลักต่ออยู่กับ P3.4 และต่ออยู่กับ P3.5 ตามลำดับ แอдресบิตของพอร์ต P3 มีดังนี้

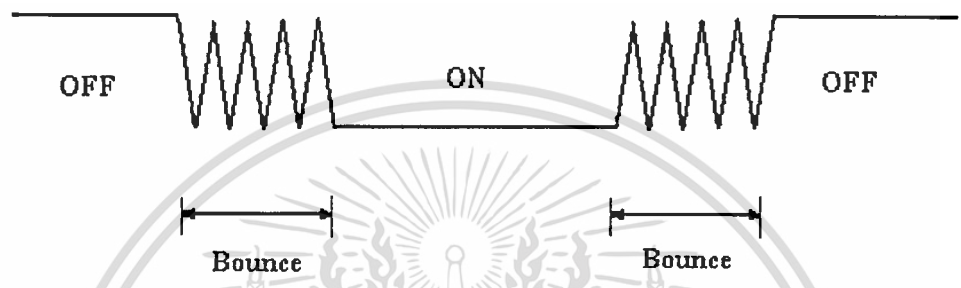
	7	6	5	4	3	2	1	0	
B0H	B7H	B6H	B5H	B4H	B3H	B2H	B1H	B0H	P3

เมื่อกดสวิตช์ (สถานะ ON) หรือปิดวงจร (Close Circuit) ขาพอร์ตที่ต่อกับสวิตช์จะมีลอจิกเป็น 0 เนื่องจากสวิตช์ต่อลงกราวด์ และเมื่อไม่ถูกกดสวิตช์ (สถานะ OFF) หรือเปิดวงจร (Open Circuit) ขาพอร์ตที่ต่อกับสวิตช์จะมีลอจิกเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หลักการ เบาซ์ของสวิตช์และการแก้ (Bounce/Debounce)

การเบาซ์เป็นอาการค้างของหน้าสัมผัสของสวิตช์ ในขณะที่สวิตช์เปิดหรือปิดวงจร ซึ่งจะส่งผลให้ ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ทำงานด้วยความเร็วสูง อ่านสัญญาณการทำงานของสวิตช์ ผิดพลาดไป ส่งผลให้โปรแกรมการทำงานไม่เป็นไปตามเป้าหมาย กล่าวคือเมื่อกดสวิตช์ครั้งหนึ่งจะมีการค้างของหน้าสัมผัสหลายครั้ง คล้ายกับว่ามีการกดปิด-เปิดของสวิตช์หลายครั้ง ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ อาการนี้ เรียกว่าการดีเบาซ์

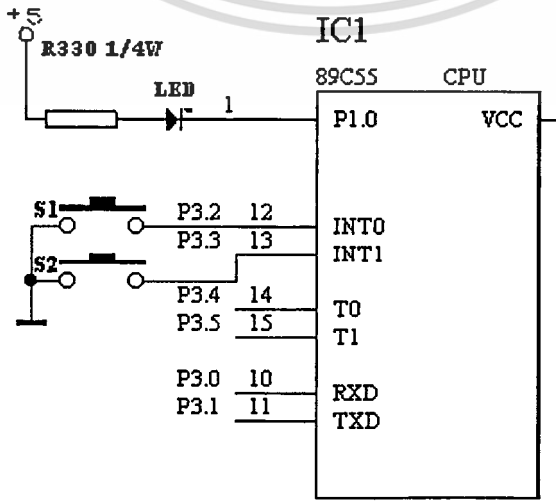


รูปที่ 12.8 สัญญาณ Bounce ของสวิตช์

ช่วงเวลากการเกิด เบาซ์ ใช้เวลาประมาณ 1mS ถึง 10mS การแก้เบาซ์ทำได้โดยใช้วงจร ฟลิป-ฟลอป มาเชื่อมต่อระหว่างสวิตช์กับไมโคร โปรเซสเซอร์ อีกวิธีหนึ่งใช้วงจร ฟิลเตอร์ โดยใช้ คาปาซิเตอร์ (C) ค่า 0.1 ไมโครฟารัด มาต่อกับขาสวิตช์ลงกราวด์ ในทางซอฟต์แวร์สามารถทำโปรแกรมดีเบาซ์ได้ โดยการตรวจสอบสวิตช์ที่ ON 2 ครั้ง โดยครั้งแรกและครั้งหลังใช้เวลาตรวจสอบห่างกันประมาณ 1mS ถึง 10mS

3. การเขียนโปรแกรมควบคุม LED ด้วยสวิตช์ 2 ตัว

ในการควบคุมการ ปิด-เปิด LED 1 ดวงด้วยสวิตช์ 2ตัว เมื่อกด สวิตช์ S1 LED จะติดสว่าง และเมื่อกด สวิตช์ S2 LED จะดับ



รูปที่ 12.9 Push Button Switch ต่ออยู่กับพอร์ต P3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนโปรแกรมควบคุม

- อัลกอริทึม (Algorithm)

เริ่ม

1. ดับ LED

Start: 2. ตรวจสอบสวิตช์ S1 ถ้ามีการกดให้ไป Step 5

3. ตรวจสอบสวิตช์ S2 ถ้ามีการกดให้ไป Step 7

4. กลับไป Step 2

ON: 5. ดับ LED

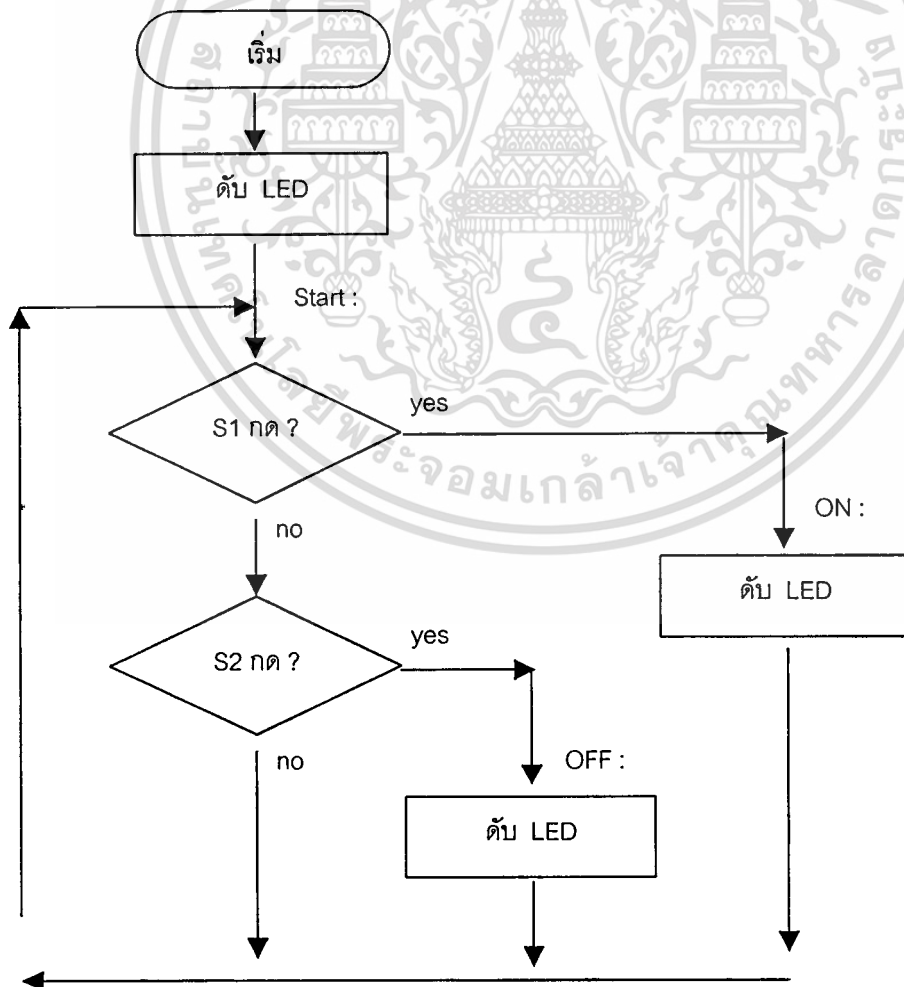
6. กลับไป Step 2

OFF: 5. ดับ LED

6. กลับไป Step 2

จบ

- ฟังก์ชันการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง

1. ต่อดังรูปตามรูป 8.1
2. เขียนโปรแกรมนับจำนวนครั้งการกดสวิตช์ SW1 โดยเก็บจำนวนการกดสวิตช์ไว้ในตำแหน่ง 18H เข้าชุดฝึก

```

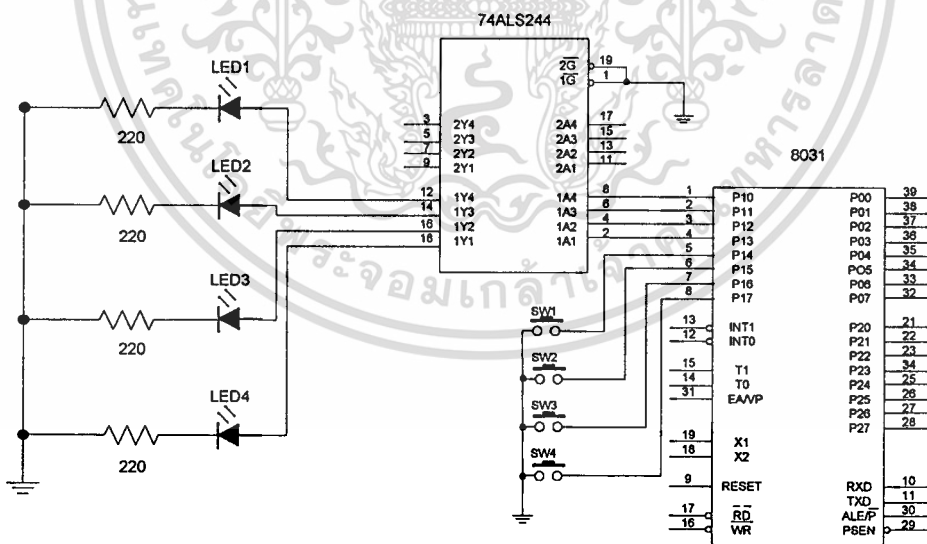
ORG 8100H

KEYCOUNT EQU 18H

8100 7590FF      MOV P1,#0FFh
8103 751800      INIT:  MOV KEYCOUNT,#00 ;ค่าเริ่มต้น
8106 E590        READSW: MOV A,P1
8108 20E4F8      JB ACC.4,READSW ;รอกกดสวิตช์
810B 0518        INC KEYCOUNT ;เพิ่มค่าการนับ
810D E590        RELEASE: MOV A,P1
810F 30E4FB      JNB ACC.4,RELEASE ;รอปล่อย
8112 80F2        SJMP READSW ;
END

```

โปรแกรม 8.1



รูป 8.1

3. รันโปรแกรมในข้อ 2 แล้วกดสวิตช์ SW1 ตามจำนวนครั้งที่อยู่ในตาราง 8.1 แล้วกดสวิตช์รีเซ็ตและตรวจสอบจำนวนครั้งที่ได้จากโปรแกรมซึ่งอยู่ในตำแหน่ง 18H บันทึกลงในตาราง 8.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 8.1 ผลรับของการกดสวิตช์ในตำแหน่ง 18H

จำนวนครั้งที่กด SW1	ผลลัพธ์โปรแกรมในตำแหน่ง 18H	
	สำหรับโปรแกรม 8.1	สำหรับโปรแกรม 8.2
1		
3		
6		
9		

4. จำนวนครั้งของการกดสวิตช์กับจำนวนครั้งที่ได้จากโปรแกรมแตกต่างกันหรือไม่เพราะเหตุใด จงอธิบาย

5. ป้อนโปรแกรมนับจำนวนการกดสวิตช์ SW1 แบบที่ 2 เพิ่มการหน่วงเวลาเพื่อแก้ Bounce เข้าชุดฝึก

```
ORG 8100H
KEYCOUNT EQU 18H
8100 7590FF MOV P1,#0FFh
8103 751800 INIT: MOV KEYCOUNT,#00 ;ค่าเริ่มต้น
8106 E590 READSW: MOV A,P1
8108 20E4F8 JB ACC.4,READSW ;รอกกดสวิตช์
810B 12811C LCALL DELAY
810E E590 MOV A,P1 ;อ่านอีกครั้ง
8110 20E4F3 JB ACC.4,READSW ;Jump if not closed
8113 0518 INC KEYCOUNT
8115 E590 RELEASE: MOV A,P1
8117 30E4FB JNB ACC.4,RELEASE ;รอปล่อย
811A 80EA SJMP READSW
811C 7F00 DELAY: MOV R7,DEL1
811E DFFE DEL1: DJNZ R7,DEL1
8120 22 RET
END
```

โปรแกรม 8.2

6. รันโปรแกรมในข้อ 5 เช่นเดียวกับข้อ 3 แล้วบันทึกผลลัพธ์ในตาราง 8.1 ผลลัพธ์ของ

โปรแกรม 8.1 และ 8.2 แตกต่างกันอย่างไรหรือไม่เพราะเหตุใด ทดลองเปลี่ยนคำสั่ง MOV R7,#0

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. รันโปรแกรมในข้อ 5 เช่นเดียวกับข้อ 3 แล้วบันทึกผลลัพธ์ในตาราง 8.1 ผลลัพธ์ของโปรแกรม 8.1 และ 8.2 แตกต่างกันอย่างใดหรือไม่เพราะเหตุใด ทดลองเปลี่ยนคำสั่ง MOV R7,#00 ในโปรแกรม 8.2 เป็น MOV R7,#01 แล้วทดลองโปรแกรมใหม่ผลที่ได้ยังคงเหมือนเดิมหรือไม่อย่างไร

7. รันโปรแกรมต่อไปนี้ และสังเกตการแสดงผลที่ LED เมื่อทำการกดสวิตช์ SW1-SW4
;Display switch position

```

                                ORG      8100H
8100 7590F0      START:  MOV      P1,#0F0H
8103 E590                MOV      A,P1          ; Read port1
8105 20E402                JB      ACC.4,L1      ; If SW not pressed then jump
8108 D290                SETB     P1.0          ; On LED1
810A 20E502      L1:      JB      ACC.5,L2      ; SW2
810D D291                SETB     P1.1          ; On LED2
810F 20E602      L2:      JB      ACC.6,L3      ; SW3
8112 D292                SETB     P1.2          ; On LED3
8114 20E702      L3:      JB      ACC.7,L4      ; SW4
8117 D293                SETB     P1.3          ; On LED2
8119 80E5      L4:      SJMP     START
                                END

```

โปรแกรม 8.3

8. ผลลัพธ์ของโปรแกรมในข้อ 7 ที่แสดงที่หลอด LED เป็นอย่างไร สรุปผลการทำงานของโปรแกรม

9. รันโปรแกรมต่อไปนี้ แล้วสังเกตการแสดงผลที่ LED เมื่อมีการกดสวิตช์ SW1-SW4 สรุปผลการทำงานขอโปรแกรม

;Find key position and display

```

                                ORG      8100H
8100 7590F0                MOV      P1,#0F0H
8103 12810C      START:  LCALL     SCANKEY      ; Read key
;Display
8106 44F0                ORL       A,#0F0H      ;A =A or 11110000
8108 F590                MOV      P1,A

```

```

810A 80F7          SJMP    START

;Scan key and send position in A (A=0 if no key pressed)

810C 75F004      SCANKEY: MOV    B,#04          ; First SW position
810F 7F04          MOV     R7,#04          ; Counter
8111 E590          MOV     A,P1           ; Read port1
8113 33          LOOP:   RLC     A          ; Rotate left
8114 5007          JNC     GETKEY          ; If SW not pressed then jump
8116 15F0          DEC     B
8118 DFF9          DJNZ    R7,LOOP
811A 7400          MOV     A,#00
811C 22          RET
811D E5F0      GETKEY:  MOV     A,B
811F 22          RET
END

```

โปรแกรม 8.4

10. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คัส

; SW = inc & SW2 = dec

```

8100          ORG      8100H
0001=        INCKEY    EQU    01
0002=        DECKEY    EQU    02
0019=        DATA     EQU    19H
0018=        LASTKEY   EQU    18H ; ADDRESS FOR LASKEY

8100 751900    MOV     DATA,#00 ; DATA
8103 7590F0    MOV     P1,#0F0H
8106 751800 INIT:  MOV     LASKEY,#00
8109 128131 MAIN: LCALL    SCANKEY ; Read key
810C 60F8      JZ       INIT ; jump if no key pressed
810E B51802    CJNE    A,LASTKEY,VALIDKEY
8111 80F6      SJMP    MAIN ; If still close
8113 B40108 VALIDKEY CJNE    A,#INCKEY,K2
8116 F518      MOV     LASTKEY,A ; Save to lastkey
8118 0591      INC     DATA

```

```

811A 3129          ACALL    DISPLAY
811C 80EB          SJMP     MAIN
811E B402E8K2:     CJNE     A,#DECKEY,MAIN
8121 F518          MOV      LASTKEY,A    ; Save to lastkey
8123 1591          DEC      DATA
8125 3129          ACALL    DISPLAY
8127 80E0          SJMP     MAIN ;Display data
8129 E519  DISPLAY: MOV      A,DATA
812B 00           NOP
812C 44F0          ORL      A,#0F0H
812E F590          MOV      P1,A
8130 22           RET
                ;Scan key and send position in Acc (A=0 if no key pressed)
8131 75F004 SCANKEY: MOV      B,#04    ; First SW position
8134 7F0004          MOV      R7,#04 ; Counter
8136 e590          MOV      A,P1    ; Read port1
8138 33  LOOP:     RLC      A
8139 5007          JNC      GETKEY ; If SW1 not pressed then jump
813B 15F0          DEC      B
813D DFF9          DJNZ     R7,LOOP
813F 7400          MOV      A,#00
8141 22           RET
8142 E5F0  GETKEY:  MOV      A,B
8144 22           END

```

โปรแกรม 7.5

11. รันโปรแกรมในข้อ 10 แล้วกดสวิตช์ SW1 และ SW2 หลาย ๆ ครั้งแล้วตรวจสอบผลที่แสดงที่ LED1-LED4 สรุปการทำงานของโปรแกรม

คำถาม

1. จากวงจรในรูป 8.1 จงเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่าของสวิตช์ที่กด โดยหากมีการกด SW1 ให้เพิ่มค่าของหน่วยความจำตำแหน่ง 10H ขึ้น 1 แบบ BCD และหากมีการกด SW2 ให้ทำการลดค่าในตำแหน่ง 10H ลง 1 แบบ BCD หากมีการกด SW3 ให้ค่าในตำแหน่ง 10H เป็น 0

2. จากวงจรในรูป 8.1 จงเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่าตำแหน่งสวิตช์ที่กดโดยให้มีการกระโดดไปทำโปรแกรมย่อยต่าง ๆ เมื่อมีการกดสวิตช์ดังนี้

หากกดคีย์ตำแหน่ง SW1 ให้กระโดดไปทำงานที่ตำแหน่ง 8200H

หากกดคีย์ตำแหน่ง SW2 ให้กระโดดไปทำงานที่ตำแหน่ง 8300H

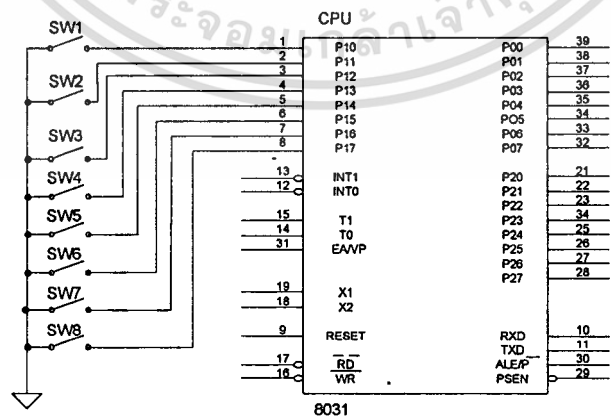
หากกดคีย์ตำแหน่ง SW3 ให้กระโดดไปทำงานที่ตำแหน่ง 8400H

หากกดคีย์ตำแหน่ง SW4 ให้กระโดดไปทำงานที่ตำแหน่ง 8500H

3. จากวงจรในรูป 8.1 จงเขียนโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการกดสวิตช์ในลักษณะของการแข่งขันความเร็วโดยกำหนดให้มีผู้ควบคุม 1 คน และมีผู้แข่งขัน 3 คน โดยให้ SW4 เป็นของผู้ควบคุม และ SW1-SW3 เป็นของผู้แข่งขัน โดยมีเงื่อนไขการทำงานดังนี้

การแข่งขันจะเริ่มต้นหลังจากผู้ควบคุมกด SW4 ซึ่งหลอด LED4 ติดค้างอยู่ผู้แข่งขันจึงจะเริ่มกดสวิตช์ได้ หากผู้แข่งขันคนใดกดสวิตช์ก่อนหลอด LED ของผู้กดสวิตช์จะติดค้างผู้อื่นจะไม่สามารถกดได้ ผู้ควบคุมกดสวิตช์ SW4 อีกครั้งเมื่อต้องการเคลียร์ LED ทุกตัว และเมื่อต้องการเริ่มต้นใหม่ผู้ควบคุมจะกด SW4 อีกครั้งหนึ่ง

4. จากวงจรในรูป 8.2 เขียนโปรแกรมย่อยเพื่ออ่านค่าตำแหน่งของสวิตช์ที่กด โดยให้ค่าเอาต์พุตของโปรแกรมย่อยส่งกลับออกมาที่รีจิสเตอร์ A หากมีสวิตช์กดให้ A มีค่าเป็นตำแหน่งของสวิตช์นั้น เช่นสวิตช์ตัวที่ 1 กดได้ A = 1 หากเรียกโปรแกรมย่อยแล้วไม่มีการกดสวิตช์ให้ A = 0



รูป 8.2

ใบงานการทดลองที่ 9
การใช้งานแบบบิต (Boolean)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1. เพื่อให้เข้าใจคำสั่งการทำงานแบบบิต
- 2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งการทำงานแบบบิต
- 3. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมใช้งานพอร์ตแบบบิตได้

ทฤษฎี

กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับบิต

ไมโครโปรเซสเซอร์ 8051 สามารถประมวลผลข้อมูลขนาด 1 บิตได้ เรียกว่าเป็น Boolean processor มีข้อมูลต่างๆ ดังนี้

Internal RAM ไบต์ที่ 20H..2FH

Address Bit 0 ... 7FH มีจำนวน 128 บิตแอดเดรส

Special Function Register

Address Bit 80H... F7H มีจำนวน 98 บิตแอดเดรสเฉพาะที่ใช้งานได้

Port 32 Bit

โดยใช้ Carry Flag เป็นตัวบ่งชี้ในการโอนย้ายข้อมูลและการกระทำทางคณิตศาสตร์และลอ

จิก

1. การเซต/เคลีย บิต

1.1 SET/ CLEAR

SETB C ; ให้ ข้อมูลใน C = 1

SETB Bit ; ให้ ข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง Bit = 1

CLR C ; ให้ ข้อมูลใน C = 0

CLR Bit ; ให้ ข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง Bit = 0

2. การประมวลผลลอจิก

CPL C ; กลับข้อมูล (Complement) ใน C ถ้า C = 1 จะได้ C=0
; หรือในทำนองกลับกัน

CPL Bit ; กลับข้อมูล(Complement) ใน Bit ถ้า (Bit) = 1 จะได้ (Bit) = 0
; หรือในทำนองกลับกัน

ANL C, Bit ; นำข้อมูลใน C AND กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง Bit
; ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่ Carry Flag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANL C, Bit ; นำข้อมูลใน C AND กับ Complement ข้อมูลในหน่วยความจำ
; ตำแหน่ง Bit ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่ Carry Flag

ORL C, Bit ; นำข้อมูลใน C OR กับข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง Bit
; ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่ Carry Flag

ORL C, Bit ; นำข้อมูลใน C OR กับ Complement ข้อมูลในหน่วยความจำ
; ตำแหน่ง Bit ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่ Carry Flag

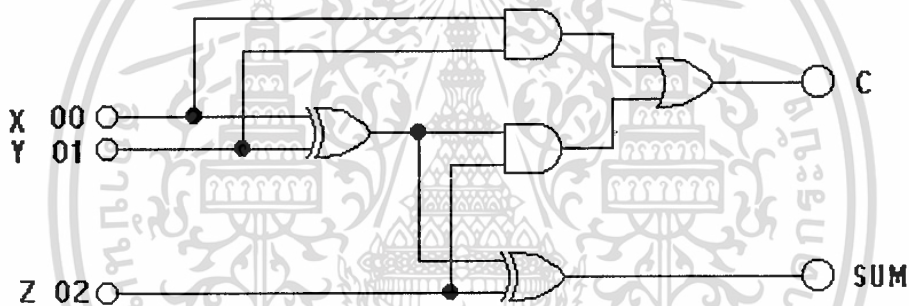
3. การโอนย้ายข้อมูลแบบบิต

MOV C, Bit ; Copy ข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่ง Bit ไปเก็บไว้ที่ Carry Flag

MOV Bit, C ; Copy ข้อมูลใน Carry Flag ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่ง Bit

4. เขียนโปรแกรม โปรแกรมเกี่ยวกับบิต

4.1 เขียนโปรแกรม แทนวงจร Combination logic



รูปที่ 9.1 วงจร Full Adder

$$C = (X \oplus Y) Z + (XY)$$

$$C = (X \bar{Y} + \bar{X} Y) Z + (XY)$$

$$SUM = (X \oplus Y) \oplus Z$$

$$SUM = (X \bar{Y} + \bar{X} Y) \oplus Z$$

$$SUM = W \oplus Z$$

$$SUM = (W \bar{Z} + \bar{W} Z)$$

ให้ X = Bit 00
Y = Bit 01
Z = Bit 02
SUM = Bit 07

กำหนดให้

W = Bit 03
J = Bit 04
K = Bit 05
N = Bit 06

$$C = (\overline{X}Y + X\overline{Y})Z + (\overline{X}Y)$$

โปรแกรมหาค่าตัวทด

MOV C,X	
ANL C,Y	
MOV W,C	$W = \overline{XY}$
MOV C,Y	
ANL C,X	
ORL C,W	
ANL C,Z	$J = (\overline{W + XY})Z$
MOV J,C	
MOV C,X	
ANL C,Y	
ORL C,J	$C = J + (XY)$

$$W = (\overline{X}Y + \overline{X}Y)$$

$$SUM = W \oplus Z$$

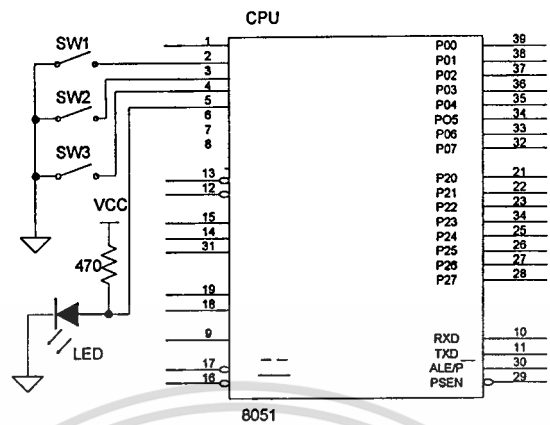
$$SUM = (\overline{WZ} + \overline{WZ})$$

โปรแกรมหาค่าผลบวก

MOV C,X	
ANL C,Y	
MOV K,C	$K = \overline{XY}$
MOV C,Y	
ANL C,X	
ORL C,K	
MOV W,C	$W = (\overline{K + XY})$
MOV C,W	
ANL C,Z	
MOV N,C	$N = \overline{WZ}$
MOV C,Z	
ANL C,W	
ORL C,N	
MOV SUM,C	$C = (\overline{WZ} + \overline{WZ})$

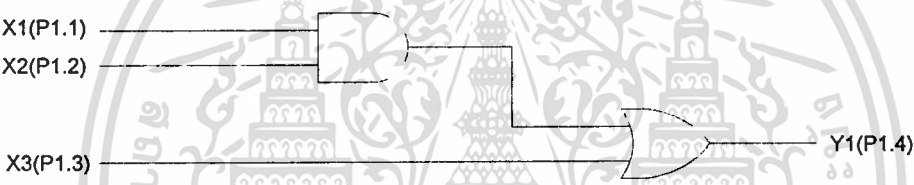
การทดลอง

1. ต่อสวิตช์ 3 ตัวและ LED 1 ตัวเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามวงจรในรูป 9.2



รูป 9.2

2. จากวงจรลอจิกในรูป 9.3 หาค่าผลลัพธ์ของเอาต์พุต Y1 บันทึกลงในตาราง 9.1



รูป 9.3

ตาราง 9.1 ผลลัพธ์ของ Y1

X1(P1.1)	X2(P1.2)	X3(P1.3)	Y1(P1.4)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

3. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คฝีก

;LAB11_1.ASM

```
ORG 8100H
8100 7590FF      MOV P1,#0FFH
8103 E590  START: MOV A,P1          ;READ INPUT
8105 A2E1        MOV C,Acc.1
8107 82E2        ANL C,Acc.2
8109 72E3        ORL C,Acc.3
810B 9294        MOV P1.4,C
810D 80F4        SJMP START
END
```

โปรแกรม 9.1

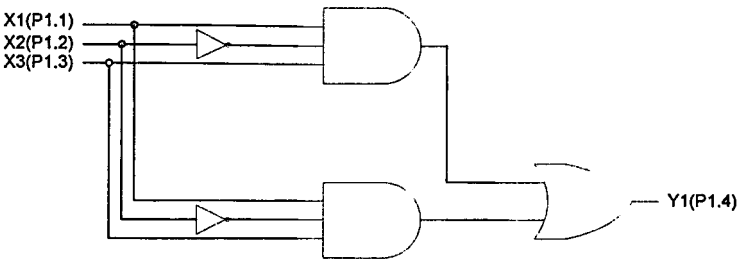
4. ทดลองโปรแกรมในข้อ 3 แล้วให้กดสวิชตามตาราง 9.2 บันทึกผลลัพธ์ของ Y1 ที่ได้จากการแสดงผลที่ LED ลงในตาราง 9.2 (กำหนดให้การกดสวิชคือลอจิก 0 ปปล่อยคือลอจิก 1 และให้ LED ติดคือลอจิก 1 ดับคือลอจิก 0)

ตาราง 9.2 ผลลัพธ์ของ Y1

X1(P1.1)	X2(P1.2)	X3(P1.3)	Y1(P1.4)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

5. เปรียบเทียบผลลัพธ์ของ Y1 ที่ได้ในตาราง 9.1 กับตาราง 9.2 มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไรสรุปผล

6. จากวงจรในรูป 9.4 จงหาค่าผลลัพธ์ของเอาต์พุต Y1 บันทึกลงในตาราง 9.3



รูป 9.4

ตาราง 9.3 ผลลัพธ์ของ Y1

X1	X1	X3	Y1(ข้อ 6)	Y1 (ข้อ 8)
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

7. จากวงจรในรูป 9.2 ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าชุดฝึก

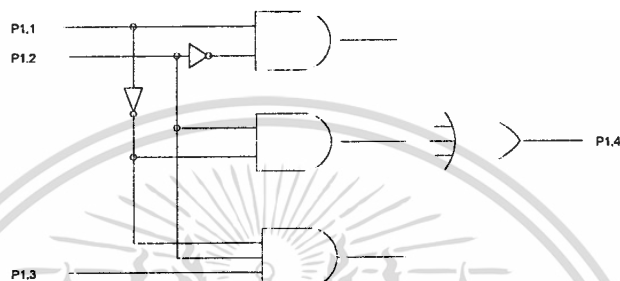
```
ORG 8100H
8100 7590FF      MOV P1,#0FFH
8103 E590  START: MOV A,P1           ;Read input
8105 A2E1      MOV C,ACC.1
8107 B3        CPL C
8108 82E2      ANL C,Acc.2
810A 82E3      ANL C,Acc.3
810C 92E4      MOV ACC.4,C          ;Save output of and gate
810E A2E1      ANL C,Acc.1
8110 B0E2      ANL C,/Acc.2
8112 82E3      ORL C,Acc.3
8114 72E4      MOV P1.4,C
8118 80E9      SJMP START
END
```

8. ทดลองโปรแกรมในข้อ 7 โดยกำหนดให้การกดสวิตช์คือ 0 ปล่อยคือ 1 และให้ LED ติดคือ 1 ดับคือ 0 แล้วให้กดสวิตช์ตามตาราง 9.3 บันทึกผลลัพธ์ที่ได้ของการแสดงผลที่ LED ลงใน ตาราง 9.3

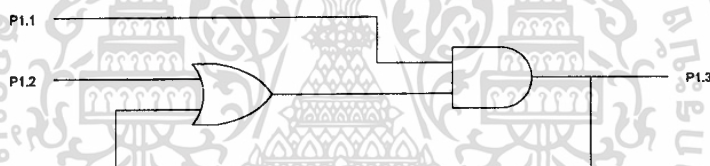
9. สรุปผลที่ได้จากข้อ 6 และข้อ 8

คำถาม

1. จงเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ตามวงจรลอจิกต่อไปนี้



2. จงเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ตามวงจรลอจิกต่อไปนี้



ใบงานการทดลองที่ 10

การขยายพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้เข้าใจวิธีการเชื่อมต่อพอร์ตกับอุปกรณ์ต่าง ๆ
2. เพื่อให้สามารถต่ออุปกรณ์เพื่อเพิ่มจำนวนพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตได้
3. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตที่เพิ่มจำนวนขึ้นได้

ทฤษฎี

ไมโครโปรเซสเซอร์กับการติดต่อพอร์ต

ไมโครโปรเซสเซอร์ จะใช้ประโยชน์ได้มาก ก็ต่อเมื่อติดต่อกับโลกภายนอกเช่น ติดต่อกับมนุษย์หรือกับเครื่องจักร ดังนั้นไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องมีการ รับ-ส่ง ข้อมูล (Input / Output) ผ่านช่องทางของ Port I/O พอร์ตแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ I/O Map และ Memory map I/O สำหรับ Memory map I/O นั้นจะมองตำแหน่งของพอร์ตเหมือนกับเป็น ตำแหน่งของ RAM การโอนย้ายข้อมูลสามารถใช้คำสั่งเดียวกันได้ ซึ่งจะต้องแบ่งตำแหน่งของหน่วยความจำไปเป็นตำแหน่งของพอร์ต ส่วน I/O Map มีตำแหน่งของพอร์ตเองแยกจากหน่วยความจำ แต่ทำหน้าที่คล้ายหน่วยความจำ เวลาที่ไมโครโปรเซสเซอร์ติดต่อกับพอร์ต โดยใช้สายสัญญาณเส้นหนึ่งเป็นตัวบอกพอร์ตว่า ต้องการติดต่อกับพอร์ต แต่ถ้าไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ จะใช้สายสัญญาณอีกเส้นหนึ่งเป็นตัวบอกหน่วยความจำว่าต้องการติดต่อกับพอร์ต ดังนั้นสายทั้งสองเส้นจะทำงานไม่พร้อมกัน ตัวอย่างไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีพอร์ตเป็นแบบ I/O Map ได้แก่ Z80 และที่มีพอร์ตเป็นแบบ Memory map I/O ได้แก่ 8051 เป็นต้น

1 สัญญาณการติดต่อของไมโครโปรเซสเซอร์ กับ พอร์ต

พอร์ต เป็นไอซี ที่ทำหน้าที่ รับ-ส่ง ข้อมูล เมื่อที่รับ-ส่ง ข้อมูลมีหลายช่องทาง จำเป็นต้องใช้พอร์ตหลายช่องทางเช่นกัน และอาจจะต้องใช้พอร์ตหลายตัว ดังนั้นสัญญาณควบคุมจึงต้องมี สายสัญญาณแอดเดรส สายสัญญาณเคต้าในการรับ-ส่ง ข้อมูล และสายสัญญาณควบคุมได้แก่ ขา Chip Select (/CS) ขา Output Enable (/OE) และขา Write (/WR) ซึ่งขาต่างๆ เหล่านี้จะทำงานเมื่อมีลอจิก 0 เท่านั้น (จาก Data Sheet ของ ไอซี เบอร์นั้นๆ)

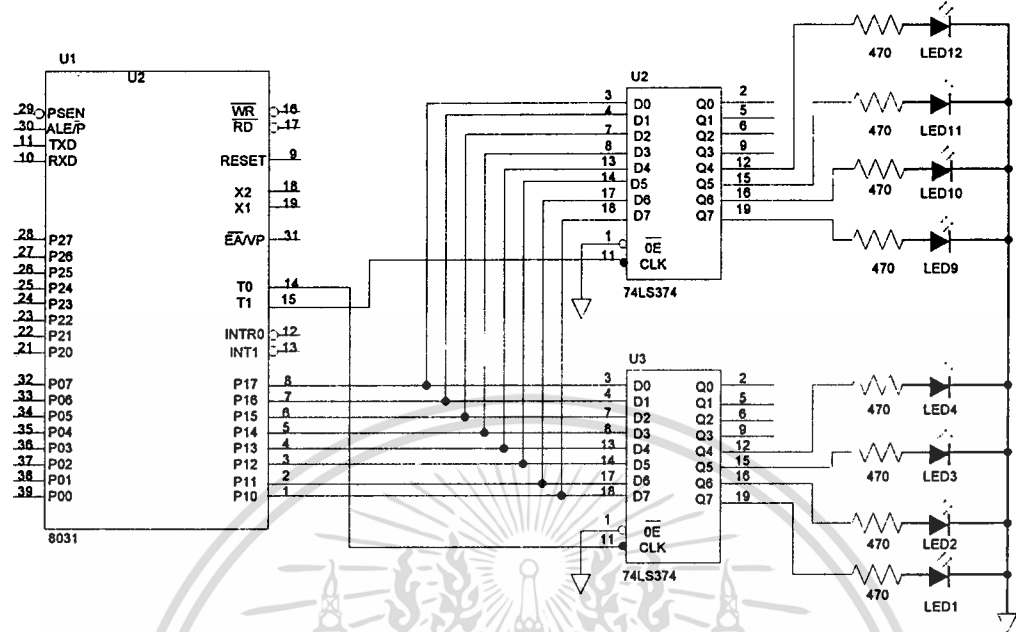
2 LATCH

เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ ส่งข้อมูลออกผ่านพอร์ตและข้อมูลยังคงค้าง (Latch) อยู่ที่พอร์ตนั่นตลอดไปจนกว่าจะมีการ ส่งข้อมูล ออกมาใหม่ ลักษณะโครงสร้างเป็น D-Type Flip-flop ได้แก่ ไอซี เบอร์ 74LS373 74LS374 และ 74HCT573 เป็นต้น ส่วนไอซีที่ใช้เป็นตัวรับข้อมูลเข้ามา จะไม่ค้างค่าเพราะว่าไมโครโปรเซสเซอร์จะอ่านข้อมูลผ่านพอร์ตจะใช้ช่วงระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น ได้แก่ ไอซี เบอร์ 74LS244 และ 74LS245 เป็นต้น ซึ่งมักจะเป็น buffer ชนิด Tri-State

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง

1. เชื่อมต่อวงจรการขยายพอร์ตเอาต์พุตเข้ากับพอร์ตของ 8051 ตามรูป 10.1



รูป 10.1 การขยายพอร์ตเอาต์พุต

2. ป้อนโปรแกรมเพื่อนำข้อมูลในรีจิสเตอร์ B ออกไปแสดงผลที่ LED โดยค่า 4 บิตต่ำ ออกไปแสดงผลที่ LED1-LED4 และค่า 4 บิตสูงออกไปแสดงผลที่ LED9-LED12

```
ORG 8100H
X EQU 12H
8100 75F012 MOV B,#X
8103 E5F0 MOV A,B
8105 540F ANL A,#0FH
8107 128115 LCALL OUT1
810A E5F0 MOV A,B
810C C4 SWAP A
810D 5A0F ANL A,#0F
810F 12811D LCALL OUT2
8112 020036 LJMP 0036H
8115 F590 OUT1: MOV P1,A ;แสดง 4 บิตต่ำ
8117 C2B4 CLR T0 ;สร้างพัลส์
8119 00 NOP
811A D2B4 SETB T0
811C 22 RET
```

811D F590 OUT2: MOV P1,A;แสดง 4 บิตสูง

811F C2B5 CLR T1;สร้างพัลส์

8121 00 NOP

8122 D2B5 SETB T1

8124 22 RET

END

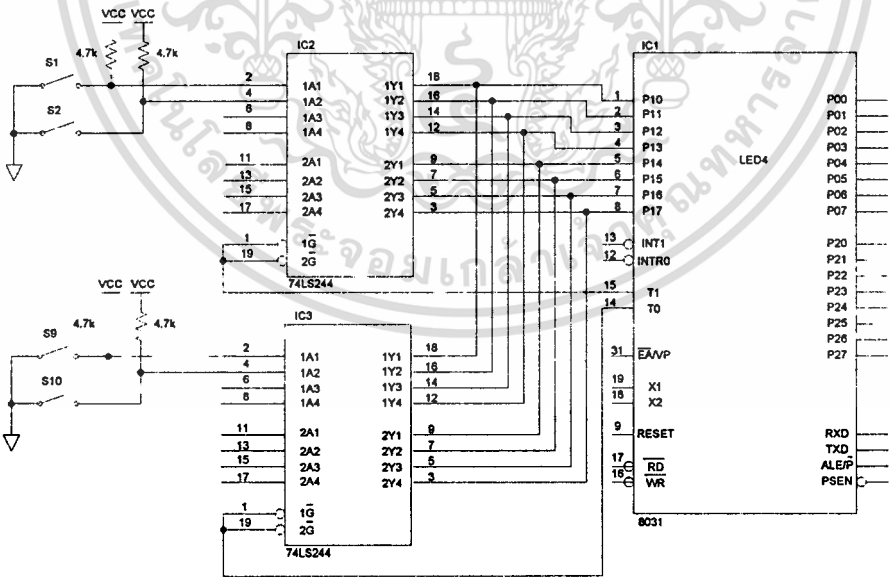
โปรแกรม 10.1

2. รันโปรแกรมในข้อ 2 โดยกำหนดค่า X ตามตาราง 10.1 แล้วตรวจสอบการแสดงผลที่ LED1-LED4 และ LED9-LED12 บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 10.1

ตาราง 10.1 ผลลัพธ์ของ LED

ค่า X	ผลลัพธ์ที่แสดงได้							
	LED12	LED11	LED10	LED9	LED4	LED3	LED2	LED1
12H								
A0H								
F4H								
7BH								

4. เชื่อมต่อวงจรขยายพอร์ตอินพุตให้กับพอร์ตของ 8031 ตามวงจรในรูป 10.2



รูป 10.2 การขยายพอร์ตอินพุต

5. ป้อนโปรแกรมการอ่านค่าตำแหน่งสวิตช์จากพอร์ตมาเก็บในรีจิสเตอร์ B แล้วกลับเข้าสู่เมนูอินเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

                                ORG 8100H

8100 D2B5                      SETB T1                      ; Disable input1
8102 D2B4                      SETB T0                      ; Disable input2
8104 7801    MAIN:             MOV R0,#1                      ; ตำแหน่งเริ่มต้น
8106 313A                      ACALL READ1
8108 311B                      ACALL CHECKKEY
810A B80909                   CJNE R0,#9,SAVEKEY
810D 3147                      ACALL READ2
810F 311B                      ACALL CHECKKEY
8111 B81102                   CJNE R0,#17,SAVEKEY
8114 80EE                      SJMP MAIN
8116 88F0    SAVEKEY: MOV B,R0                      ; เก็บตำแหน่งสวิตช์ในรีจิสเตอร์ B
8118 020036                   LJMP 0036H                ; กลับสู่มอนิเตอร์
; ตรวจสอบที่กดคีย์
811B 30E01D CHECKKEY: JNB ACC.0,GETKEY
811E 08                      INC R0
811F 30E119                   JNB ACC.1,GETKEY
8122 08                      INC R0
8123 30E215                   JNB ACC.2,GETKEY
8126 08                      INC R0
8127 30E311                   JNB ACC.3,GETKEY
812A 08                      INC R0
812B 30E40D                   JNB ACC.4,GETKEY
812E 08                      INC R0
812F 30E509                   JNB ACC.5,GETKEY
8132 08                      INC R0
8133 30E605                   JNB ACC.6,GETKEY
8136 08                      INC R0
8137 30E701                   JNB ACC.7,GETKEY
813A 08                      INC R0
813B 22      GETKEY: RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 *****เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;อ่านค่าจากพอร์ต 1 ส่งกลับไปรีจิสเตอร์ A

```
813C 7590FF READ1:  MOV P1,#0FFH
813F C2B5           CLR T1                ; Enable input
8141 00            NOP
8142 E590           MOV A,P1
8144 D2B5           SETB T1                ; Disable
8146 22            RET
```

;อ่านค่าจากพอร์ต 2 ส่งกลับไปรีจิสเตอร์ A

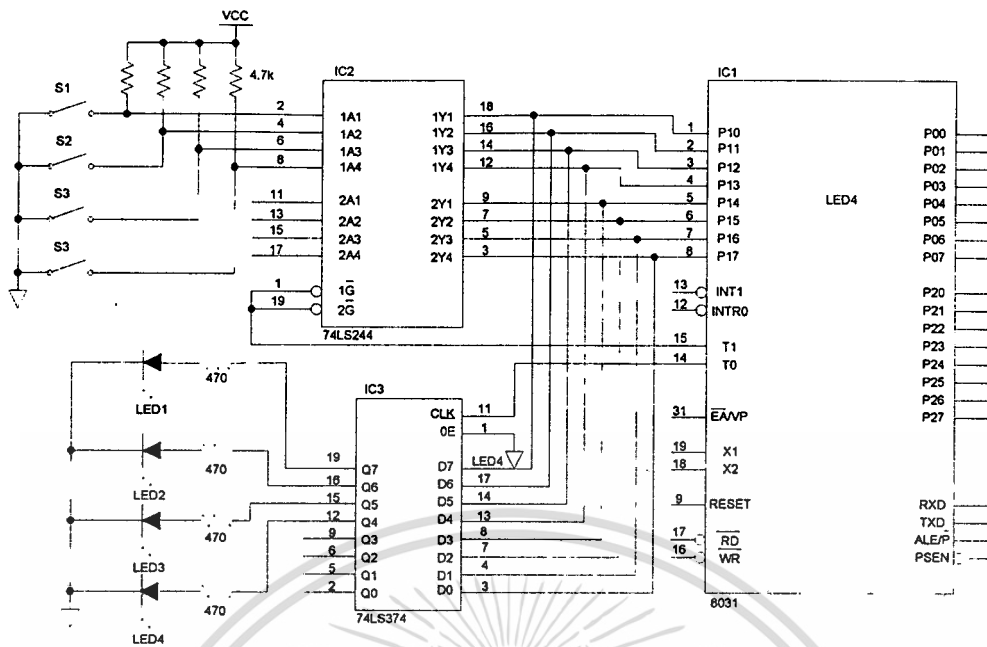
```
8147 7590FF READ2:  MOV P1,#0FFH
814A C2B4           CLR T0                ; Enable
814C 00            NOP
814D E590           MOV A,P1
814F D2B4           SETB T0                ; Disable
8151 22            RET
                        END
```

โปรแกรม 10.2

6. รันโปรแกรมในข้อ 4 และกดสวิทช์ตัวใดตัวหนึ่งตามตาราง 10.2 แล้วตรวจสอบค่าของรีจิสเตอร์ B หลังจากโปรแกรมกลับเข้าสู่เมนูอินเตอร์์ บันท์ที่ผลลัพธ์ลงในตาราง 10.2 ตาราง 10.2 ผลลัพธ์ของรีจิสเตอร์ B

สวิทช์ที่กด	ค่าของรีจิสเตอร์ B
SW1	
SW2	
SW9	
SW10	

7. ต่อยวงจรขยายอินพุต – เอาต์พุต เข้ากับพอร์ต 8031 ตามวงจรในรูป 10.3



รูป 10.3 การขยายพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

8. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าชุดฝึก

;lab9_3.asm

```

8100          ORG 8100H
8100 D2B5     SETB T1          ; Disable input
8102 D2B4     SETB T0          ; Disable output
8104 310A     MAIN:  ACALL READPORT
8106 3115     ACALL WIRTEPORT
8108 80FA     SJMP MAIN
;อ่านข้อมูลจากพอร์ตเก็บใน A
810A 7590FF  READPORT: MOV P1,#0FFH      ;Init input
810D C2B5     CLR T1           ; Enable input
810F 00       NOP
8110 E590     MOV A,P1
8112 D2B5     SETB T1          ; Disable
8114 22       RET
;ส่งข้อมูลใน A ออกพอร์ต
8115 F590     WRITEPORT: MOV P1,A
8117 C2B4     CLR T0
8119 00       NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

811C 22

RET

END

โปรแกรม 10.3

9. รันโปรแกรมในข้อ 7 แล้วกดสวิทช์ต่าง ๆ สังเกตการแสดงผลที่ LED1-LED4 บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 10.3

ตาราง 10.3 ผลลัพธ์ของ LED

สวิทช์ที่กด	ผลลัพธ์ที่ LED			
	LED4	LED3	LED2	LED1
SW1				
SW2				
SW3				
SW4				

10. จากโปรแกรมในข้อ 9 หากต้องการให้ LED ติดเมื่อมีการกดสวิทช์ที่ตรงกันจะต้องทำอย่างไร

คำถาม

จากวงจรในรูป 9.3 เขียนโปรแกรม เพื่ออ่านค่าของสวิทช์เข้ามาแล้วนำค่าตำแหน่งของสวิทช์ที่กดแสดงค่าเป็นค่าไบনারีออกที่ LED4 (บิตสูง) – (บิตต่ำ) โดยให้การแสดงผลค้างอยู่จนกว่ามีการกดสวิทช์ใหม่เข้ามา กำหนดให้ค่าเริ่มต้นของการแสดงผลเป็น 0000 ทั้งหมด

ใบงานการทดลองที่ 11
 การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED 7 Segments

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

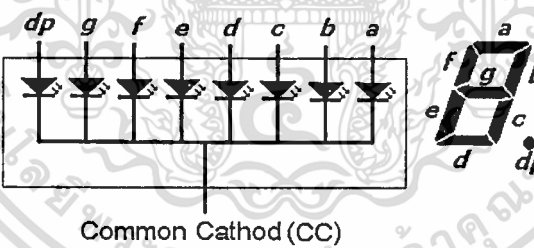
- 1. เพื่อให้เข้าใจวิธีการต่อ LED 7 Segments กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- 2. เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อ LED 7 Segments กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้
- 3. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลของ LED 7 Segments ได้

ทฤษฎี

การประยุกต์ใช้งาน ไมโครโปรเซสเซอร์

1. หลักการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์

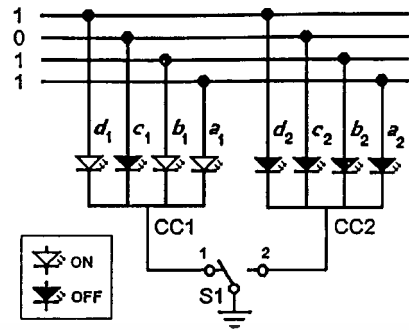
เนื่องจากสายสัญญาณเอาท์พุทมีจำกัด การแสดงผลแบบต่อเนื่องไม่สามารถทำได้ที่จะแสดงผลได้จำนวนมาก จึงต้องใช้วิธีการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์แทน หลักการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์คือการแสดงผลที่ไม่ต่อเนื่องนั้นคือจะแสดงผลในชุดแรกแล้วดับ ไปแสดงผลในชุดถัดไป จะเห็นได้ว่าที่เวลาหนึ่งๆ แสดงผลได้ชุดเดียว และเนื่องจากสายคาคนเราสามารถจำภาพได้ติดตาเดียวกับภาพจากจอโทร (Persistence) เช่นทัศน์ที่การแสดงผลในเวลาหนึ่งๆ เป็นจุดจากป็นอิเล็ก ทรอนิกส์ชุดเดียวที่สามารถสร้างภาพได้ หลักการนี้จึงสามารถสร้างภาพได้จากการแสดงผลครั้งละชุดเดียวเท่านั้น



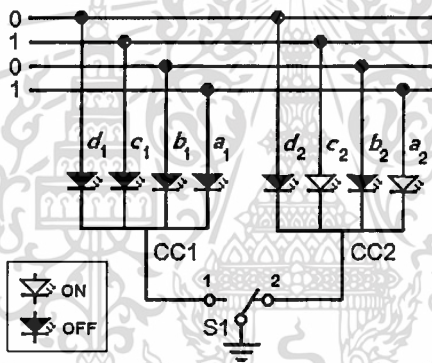
รูปที่ 11.1 วงจรตัวแสดงผล ตัวเลข 7 ส่วน (LED 7 Segments) ชนิดคาโอดร่วม

จากโครงสร้างของตัวแสดงผล ตัวเลข 7 ส่วน (LED 7 Segments) ชนิดคาโอดร่วม ซึ่งประกอบด้วย แอลอีดี 8 ตัว ที่นำคาโอดมาต่อร่วมกัน แอลอีดีจะทำงานเมื่อลอจิกทางด้านแอนโอดคือที่ขาของเซ็กเมนต์ (a...g,dp) มีลอจิกเป็น 1 และต่อคาโอดลงกราวด์ (ลอจิก 0) ทำให้มีกระแสไหลผ่านแอลอีดี เกิดแสงสว่างเปล่งออกมา การต่อแอลอีดี ชุดละ 4 ดวง 2 ชุด โดยให้ เซ็กเมนต์ต่อร่วมกันกับบัสข้อมูล ขาคอมมอนคาโอดต่อกับสวิทช์เลือก S1 ในตำแหน่งที่ 1 เลือกชุดที่ 1 และในตำแหน่งที่ 2 เลือกชุดที่ 2

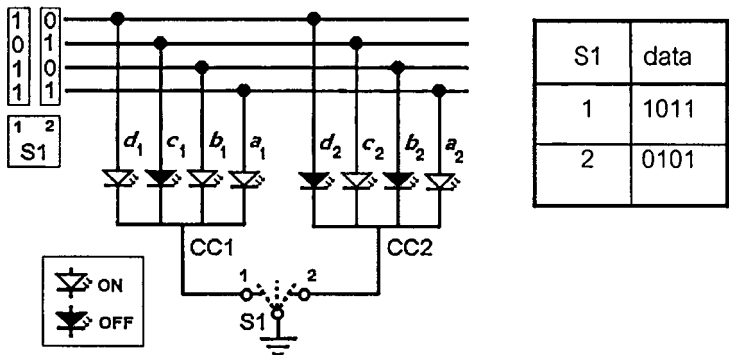
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11.2 วงจรขาคอมมอนคาโอดต่อกับสวิตช์เลือก S1 ในตำแหน่งที่ 1
จากรูป ข้อมูลอินพุตเป็น 1011 และเลือกขาคาโอดชุดที่ 1 ลงกราวด์ทำให้ แอลอีดี d1 b1 และ a1 ติด



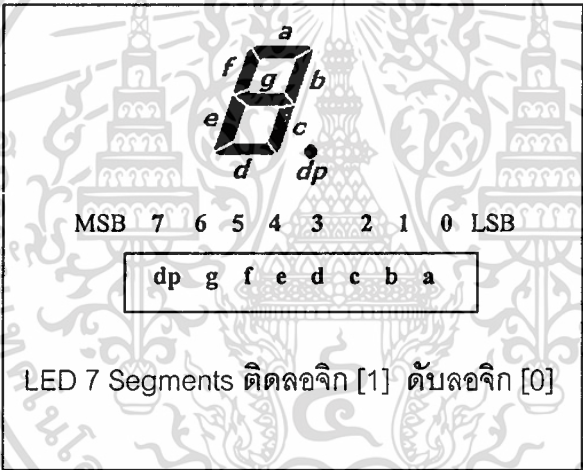
รูปที่ 11.3 วงจรขาคอมมอนคาโอดต่อกับสวิตช์เลือก S1 ในตำแหน่งที่ 2
จากรูป เปลี่ยนข้อมูลอินพุตมาเป็น 0101 และเลือกขาคาโอดชุดที่ 2 ลงกราวด์ทำให้ แอลอีดี c2 และ a2 ติด แอลอีดี ชุดที่ 1 จะดับไปทันทีที่ S1 และเลือกขาคาโอดชุดที่ 2 ลงกราวด์



รูปที่ 11.4 วงจรขาคอมมอนคาโอดต่อกับสวิตช์เลือก S1 ในตำแหน่งที่ 1 และ 2
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

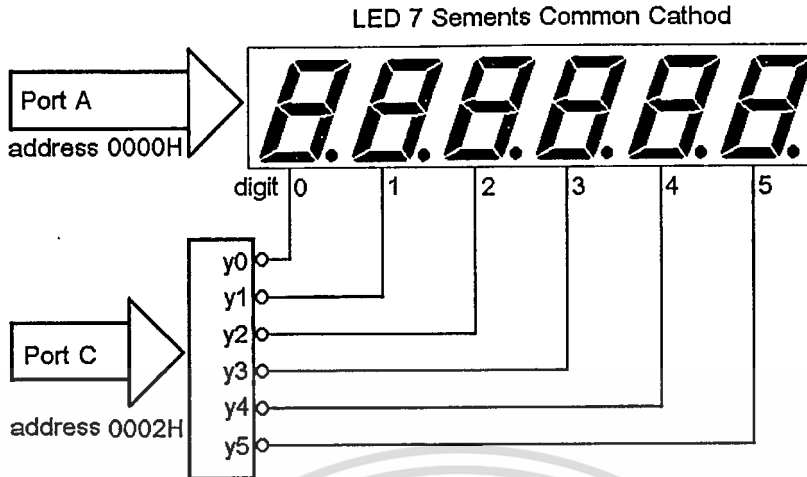
วงจร การแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ของ LED 4 ดวง 2 ชุดเมื่อ S1 อยู่ในตำแหน่งที่ 1 และ 2 สลับกันโดย เมื่อให้ข้อมูลอินพุตที่บัสเป็น 1011 และให้ S1 อยู่ในตำแหน่งที่ 1 แอลอีดีชุดที่ 1 จะติด ตามข้อมูลที่ปรากฏ จากนั้นและให้ S1 อยู่ในตำแหน่งที่ 2 แอลอีดีชุดที่ 2 จะติดดับจะติดดับตาม ข้อมูลอินพุต ทำเช่นนี้สลับกัน ด้วยความเร็วมากกว่า 50 ครั้งต่อนาที ภาพที่เกิดขึ้นเสมือนกับ แอลอีดี ทั้ง สองชุดติดพร้อมๆ กัน ซึ่งเป็นการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ของ LED 4 ดวง 2 ชุด

วงจร Chilli-56 ต่อกับตัวแสดงผล ตัวเลข 7 ส่วน (LED 7 Segments) ทั้งหมด 6 ตัว (digits) แบบคอมมอนคาโอด ทำให้สามารถแสดงผลได้ 6 หลัก ต่อผ่าน IC พอร์ต 8255 โดยพอร์ต A เป็นบัส ข้อมูลต่อกับเช็กเมนต์ของตัวแสดงผล ตัวเลข 7 ส่วน พอร์ต A เป็นพอร์ตขนาด 8 บิต อยู่ที่แอดเดรส 0000H บิต 0 ต่ออยู่กับเช็กเมนต์ a บิต 1 ต่ออยู่กับเช็กเมนต์ b ไปตลอดจนบิต 6 ต่ออยู่กับเช็กเมนต์ g และบิต 7 ต่ออยู่กับ dot point (dp) ตามลำดับ ข้อมูลที่เป็นลอจิก 1 เช็กเมนต์ ติดและถ้า ข้อมูลที่ เป็นลอจิก 0 เช็กเมนต์จะดับ



รูปที่ 11.5 ตำแหน่งของ เชกเมนต์ 7 ส่วน

สำหรับสวิทช์เลือก คอมมอนคาโอดของหลักใด ลงกราวด์ อยู่ที่วงจรมัลติเพล็กซ์ ที่รับข้อมูลการเลือกหลักมาจากพอร์ต C ซึ่งอยู่ที่แอดเดรส 0002H ถ้าข้อมูลเข้ามาเป็น 0 วงจรจะเลือกหลักแรก (digit 0) แต่ถ้าข้อมูลเข้ามาเป็น 1 วงจรจะเลือกหลักที่สอง (digit 1) และถ้าข้อมูลเป็นตัวเลขที่เป็นลำดับ เข้ามา 00 ถึง 05 ตัวเลขจะแสดงผล ติด-ดับ เรียงลำดับกันไป



รูปที่ 11.6 โค้ดแอสเซมบลีสำหรับการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์

การจะทำให้แอลอีดีเซกเมนต์ใด ดิจิต-ดับ ทำได้โดยส่งข้อมูลเข้ามาที่แอดเดรส 0000H ซึ่งเป็นพอร์ต A ต่ออยู่กับเซกเมนต์ของแอลอีดี ทุกดวง (ต่อแบบขนาน) เซกเมนต์ของแอลอีดีทุกดวงพร้อมที่จะติดหรือทำงาน เพียงแต่ต้องเลือกหลักว่าจะให้หลักใดทำงาน โดยส่งข้อมูลเลือกหลักมาที่แอดเดรส 0002H ซึ่งเป็นพอร์ต C สำหรับเลือกหลักตัวเลขให้ทำงาน

การทดลอง

1. เชื่อมต่อ LED 7 Segments เข้ากับพอร์ตของ 8051 ตามวงจรในรูป 11.7
2. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คีม

```

                                ORG 8100H
                                X EQU 20H ; X= 20H

8100  7509020                   MOV P1,#X
8103  020036                   LJMP 0036H

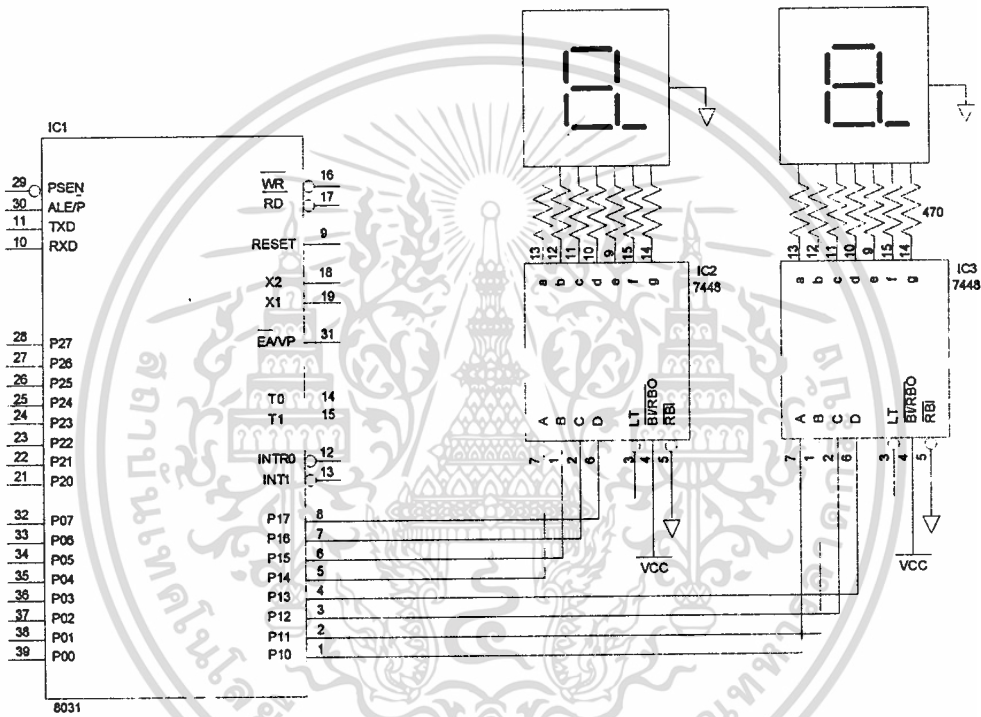
                                END
  
```

โปรแกรม 11.1

3. ทดลองโปรแกรมในข้อ 2 โดยกำหนดค่าของ X ให้มีค่าตามตาราง 11.1 แล้วสังเกตการแสดงผลที่ LED 7 Segments บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 11.1

ตาราง 11.1 ผลลัพธ์ที่ LED 7 Segments

ค่า X	ผลลัพธ์ที่ LED 7 Segments
20H	
23H	
79H	
6BH	
5AH	



รูป 11.7

- 4. เชื่อมต่อ LED 7 Segments เข้ากับพอร์ตตามวงจรในรูป 11.8
- 5. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าชุดฝึก

ORG 8100H

EQU 20H

MOV P1,#X

LJMP 0036H

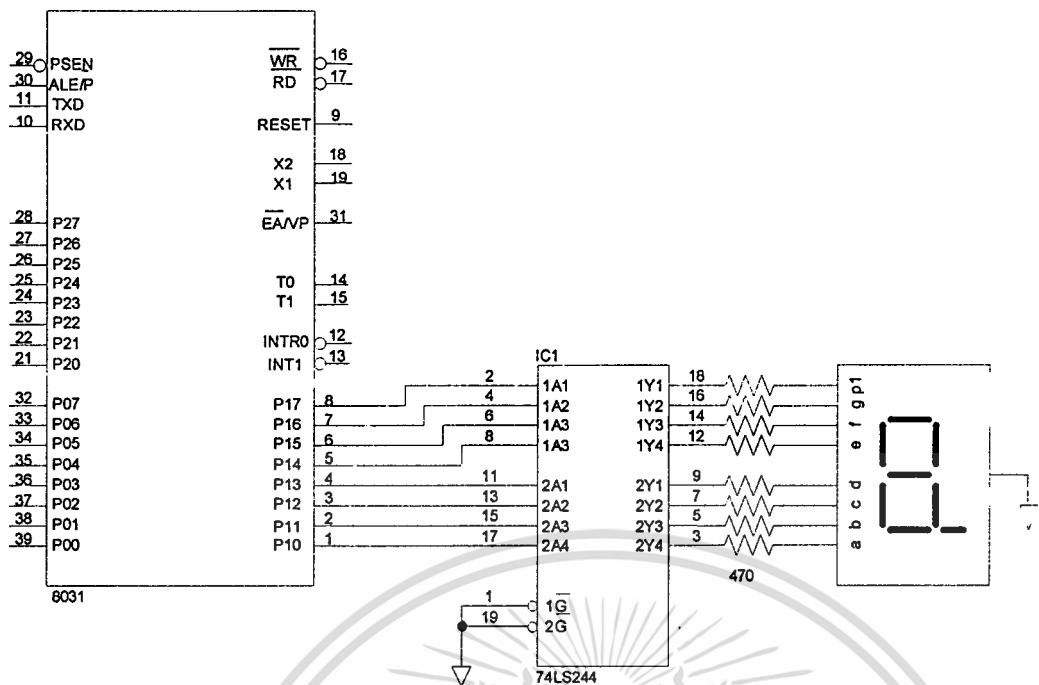
END

8100 859020

8103 020036

โปรแกรม 10.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 11.8

6. ทดลองโปรแกรมในข้อ 5 โดยกำหนดค่าของ X ให้มีค่าตามตาราง 11.2 แล้วสังเกตการแสดงผลที่ Led 7 Segments บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 11.2

ตาราง 11.2 ผลลัพธ์ที่ LED 7 Segments

ค่า X	ผลลัพธ์ที่ LED 7 Segments
20H	
06H	
5BH	
4FH	
77H	
7CH	

7. จากโปรแกรมในข้อ 5 หากต้องการให้ LED 7 Segments แสดงผลเป็นเลข A และ F ค่าที่อยู่หน่วยความจำตำแหน่ง 20 H ต้องมีค่าเป็นและตามลำดับ

8. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่ตู้ฝึก

ORG 8100H

X EQU 20H

8100 E520 MOV A,X ; Get data from addr 20H

8102	128109		LCALL	HEX_7SEG
8105	F590		MOV	P1,A
8107	80FE	LOOP:	SJMP	LOOP
8109	C083	HEX_7SEG:	PUSH	DPH
810B	C082		PUSH	DPL
810D	54F		ANL	A,#0FH ; Mask high nibble
810F	908118		MOV	DPTR,#TABLE
8112	93		MOVC	A,@A+DPTR
8113	D082		POP	DPL
8115	D083		POP	DPH
8117	22		RET	
8118	3F065B4F	TABLE:	DB	3FH,06,5BH,4FH
811C	666D7D07		DB	66H,6DH,7DH,07
8120	7F6F777C		DB	7FH,6FH,77H,7CH
8124	395E7971		DB	39H,5EH,79H,71H
			END	

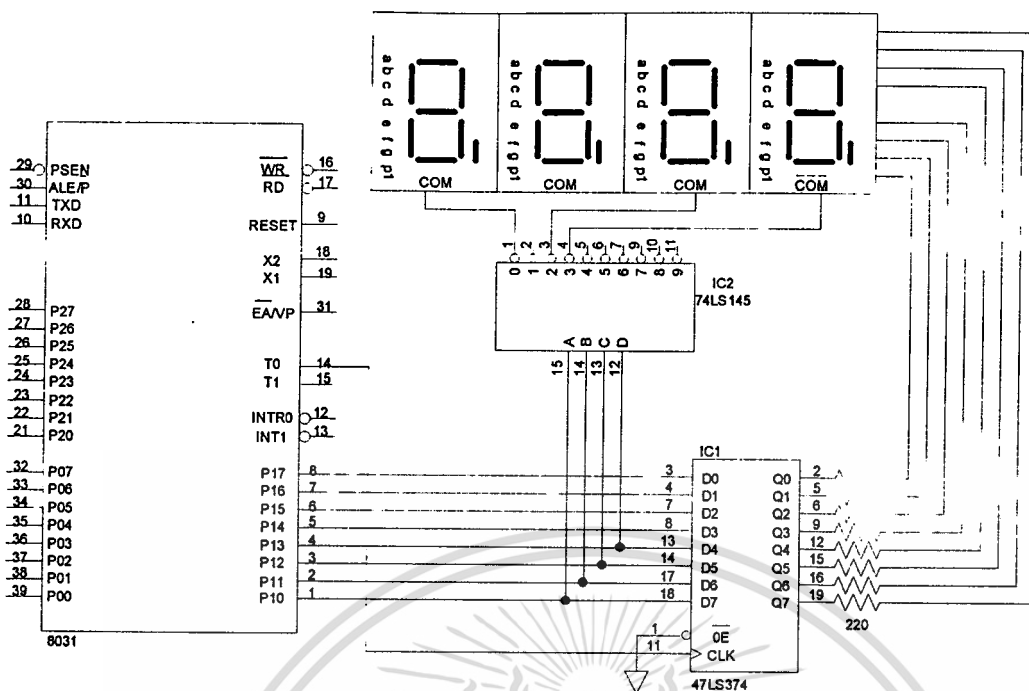
โปรแกรม 11.3

9. ทดลองโปรแกรมในข้อ 8 โดยใส่ข้อมูลลงในตำแหน่ง 20H ตามตาราง 11.3 แล้วบันทึกการแสดงผลที่ LED 7 Segments ลงในตาราง 11.3

ตาราง 11.3 ผลลัพธ์ที่ LED 7 Segments

ค่าในตำแหน่ง 20H	ผลลัพธ์ที่ LED 7 Segments
01H	
02H	
05H	
0AH	
0FH	

10. เชื่อมต่อ LED 7 Segments เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามวงจรในรูป 11.9



รูป 11.9

11. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าชุดฝึก

8051 Cross-Assembler (1.3) (C) 1987, 1989 Binary Technology

lab10_4.asm

```

                                ORG      8100H

                                DIGIT12 EQU      18H ;
                                DIGIT34 EQU      19H ;
                                DISP_BUFF EQU      1AH ; 1AH - 1DH

8100 75A800      MAIN:      MOV      IE,#00; DISABLE ALL INTERRUPT
8103 128139                                LCALL CONVERT
8106 12810B      M1:              LCALL DISPLAY
8106 80FB                                SJMP      M1

;Display data in display buffer on LED 7 Segments

810B C000      DISPLAY:      PUSH      00 ; PUSH RO
810D C001                                PUSH      01 ; PUSH R1
810F C002                                PUSH      02 ; PUSH R2
8111 7A04                                MOV      R2,#04 ; COUNTER
8113 781A                                MOV      R0,#DISP_BUFF ; INDEX
8115 79F0                                MOV      R1,#11110000B ; DIGIT NO

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

8117 8690          SEND:      MOV    P1,@R0          ; SEND
SEGMENT
8119 C2B4          CLR      T0
811B 00            NOP
811C D2B4          SETB     T0
811E 8990          MOV      P1,R1          ; SEND DIGIT
8120 12812E        LCALL    DELAY
8123 09            INC      R1          ; NEXT DIGIT NO
8124 08            INC      R0          ; NEXT SEGMENT
8125 DAF0          DJNZ     R2,SEND
8127 D002          POP      02
8129 D001          POP      01
812B D000          POP      00
812D 22            RET
812E C0E0          DELAY:    PUSH    ACC
8130 75E050        MOV      ACC,#50H
8133 D5E0FD        EDLAY1:   DJNZ    ACC,DELAY1
8136 D0E0          POP      ACC
8138 22            RET
;Convert hex in digit 12 and digit 34 to 7 segment code and put into display buffer
8139 C0E0          CONVERT:  PUSH    ACC
813B C000          PUSH     00          ; PUSH R0
813D C001          PUSH     01          ; PUSH R1
813F 7818          MOV      R0,#DIGIT12
8141 791A          MOV      R1,#DISP_BUFF
8143 E6            CONV1:    MOV      A,@R0
8144 C4            SWAP     A
8145 12815B        LCALL    HEX_7SEG
8148 F7            MOV      @R1,A
8149 09            INC      R1
814A E6            MOV      A,@R0
814B 12815B        LCALL    HEX_7SEG

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

814E F7          MOV    @R1,A
814F 08          INC     R0
8150 09          INC     R1
8151 B81AEF      CJNE    R0,#1AH,CONV1
8154 D001        POP     01
8156 D000        POP     00
8158 D0E0        POP     ACC
815A 22          RET

```

;Convert hex 1 digit in A (low nibble) to 7 segment code

; input A,output A

```

815B C083      HEX_7SEG:  PUSH  DPH
815D C082      PUSH  DPL
815F 540F      ANL    A,#0FH      ; MASK HI NIBBLE
8161 90816A    MOV    DPTR,#TABLE
8164 93        MOVC   A,@A+DPTR
8165 D082      POP     DPL
8167 D083      POP     DPH
8169 22        RET
816A 3F065B4F  TABLE:  DB     3FH,06,5BH,4FH
816E 666D7D07  DB     66H,6DH,7DH,07
8172 7F6F777C  DB     7FH,6FH,77H,7CH
8176 395E7971  DB     39H,5EH,79H,71H
                        END

```

โปรแกรม 11.4

12. ทดลองโปรแกรมในข้อ 11 โดยใส่ข้อมูลลงในหน่วยความจำภายในที่ตำแหน่ง 18H, 19H ตามตาราง 11.4 สังเกตการณ์แสดงผลที่ LED 7 Segments บันทึกลงในตาราง 11.4

ตาราง 11.4 ผลลัพธ์ที่แสดงที่ LED

ค่าในตำแหน่ง		ผลลัพธ์ที่แสดง			
18H	19H	LED1	LED2	LED3	LED4
01H	23H				
05H	49H				
ABH	CDH				
87H	F5H				

13. สรุปความแตกต่างของการเชื่อมต่อ LED 7 Segments เข้ากับพอร์ตของ 8031 ในแต่ละแบบ พร้อมทั้งอธิบายข้อดีข้อเสีย

คำถาม

จากวงจรในรูป 11.9 หากต้องการเพิ่ม LED 7 Segments เป็น 8 ตัว จงเขียน โปรแกรมเพื่อให้มีการแสดงผลเช่นเดียวกับโปรแกรมในข้อ 11

ใบงานการทดลองที่ 12

การเชื่อมต่อพอร์ตกับ LED Dot Matrix

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้เข้าใจวิธีการเชื่อมต่อ LED dot matrix กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อ LED dot matrix กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้
3. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลของ LED dot matrix ได้

ทฤษฎี

ไดโอดเปล่งแสง(LED)สามารถนำมาเชื่อมต่อกับพอร์ตขนานของMCS-51ได้เนื่องจากLED เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่สามารถแสดงผลจากระบบ ไมโครคอมพิวเตอร์ได้คุณสมบัติต่างๆของLED นั้นจะCompatible กับระดับสัญญาณของTTL Logic และยังมีกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่อีกด้วย คุณสมบัติต่างๆของLEDแสดงได้ดังนี้

ความต่างศักย์	1.5-3
กระแส(mA)	5-25
ความสว่าง(nf)	10^2
สี	แดง,เขียว,เหลือง
อายุ(h)	10^5

การทดลอง

1. เชื่อมต่อ LED dot matrix เข้ากับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตามวงจรในรูป 12.1
2. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คอมพิวเตอร์

;Display dot matrix

```

                                ORG      8100H
                                EQU      0FFH
                                EQU      TO
                                EQU      18H

8100 12811A                    LCALL MOVBUFF
8103 7818      START:        MOV      RO,#BUFFER ; Index buffer
8105 7AF0                    MOV      R2,#11110000B ; row No

                                ;Send column

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

8107 8690      LOOP:      MOV    P1,@R0
8109 C2B4              CLR    CLOCK          ; enable clock
810B 00              NOP                    ; delay
810C D2B4              SETB   CLOCK
810E 8A90              MOV    P1,R2          ; enable row
8110 128128          LCALL  DELAY
8113 08              INC     R0
8114 0A              INC     R2
8115 BA00EF          CJNE   R2,#00,LOOP    ; loop until 8 row
8118 80E9              SJMP   START
811A 908200      MOVBUFF:  MOV    DPTR,# TABLE
811D 7918              MOV    R1,#BUFFER
811F E4              MOVBUFF1: CLR    A
8120 93              MOVC   A,@A+DPTR    ; get data from table
8121 F7              MOVC   A,@R,1A      ; put in internal ram
8122 09              INC     R1
8123 A3              INC     DPTR
8124 B920F8          CJNE   R1,#20H,MOVBUFF1
8127 22              RET
8128 7EFF      DELAY:      MOV    R6,#X
812A 7FFF      DEL1:      MOV    R7,DEL2
812C 00      DEL2:      NOP
812D DFFD          DJNZ   R7,DEL2
812F DEF9          DJNZ   R6,DEL1
8131 22              RET
                        ORG    8200H
8200 00      TABLE:      DB    00000000B
8201 08              DB    00001000B
8202 14              DB    00010100B
8203 22              DB    00100010B
8204 3E              DB    00111110B
8205 22              DB    00100010B

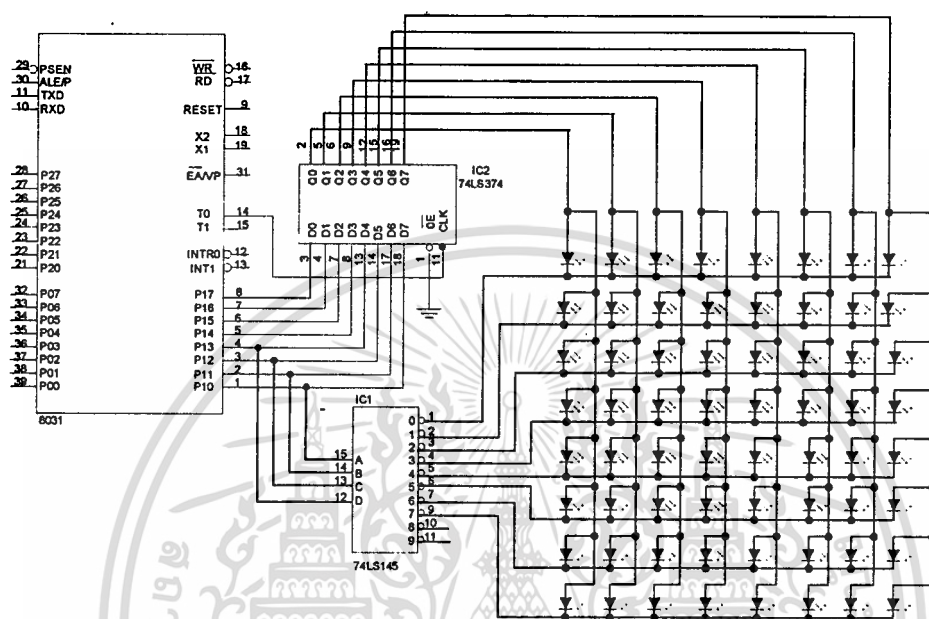
```

```

8206 22          DB    00100010B
8207 22          DB    00100010B
000=             END

```

โปรแกรม 12.1



รูป 12.1 การเชื่อมต่อ Dot matrix กับพอร์ต

3. ทดลองโปรแกรมในข้อ 2 แล้วสังเกตการแสดงผลที่ LED Dot matrix เป็นอย่างไร
4. จากโปรแกรมในข้อ 2 ทดลองเปลี่ยนค่าของ X จาก FFH เป็น 80H และ 01H ตามลำดับ แล้วทำการทดลองสังเกตการแสดงผลที่ LED Dot matrix เปรียบเทียบกับข้อ 3 แตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด?
5. เปลี่ยนค่าข้อมูลในหน่วยความจำตั้งแต่ 8200H ถึง 8207H ตามตาราง 12.1 แล้วทดลองโปรแกรมและสังเกตการแสดงผลที่ LED Dot matrix

ตาราง 12.1

ตำแหน่ง	กำหนดค่าครั้งที่ 1	กำหนดค่าครั้งที่ 2
8200H	01111110	01111110
8201H	01000011	11000001
8202H	01000011	11000001
8203H	01111110	01000001
8204H	01000011	01000001
8205H	01000011	01000001
8206H	01111110	01000001
8207H	00000000	00000000

6. จากโปรแกรมในข้อ 2 แก้ไขข้อมูลให้มีการแสดงผลเป็นตัวเลข

7. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คัส

007F=

COUNTER

0001=

X

0018=

BUFFER

buffer

00B4=

CLOCK

8100 757F21

START:

8103 908155

MV:1

8106 128137

MOV

8109 7F32

R7,#5

810B 128119

SC1:

810E DFFB

DJNZ

8110 A3

INC

8111 D57FF2

DJNZ

8114 128119

SC2:

8117 80E7

SJMP

ORG 8100H

EQU 7FH

EQU 01H

EQU 18H

; Start of display

EQU T0

MOV COUNTER,#33

MOV DPTR,#TABLE1

LCALL MOVBUFF; Move data into buffer

;

LCALL SCAN ; Display 50 time

R7,SC1

DPTR ;Shift table

COUNTER,MV1

LCALL SCAN

START

;SCAN DISPLAY DATA IN BUFFER AT MATRIX

SCAN:

PUSH 00

PUSH 02

MOV R0,#BUFFER

```

811F 7AF0          MOV  R2,#11110000B ; Row No
8121 8690          LOOP: MOV  P1,@R0 ; Column
8123 C2B4          CLR   CLOCK ;Enable clock
8125 00            NOP                    ; Delay
8126 D2B4          SETB  CLOCK
8128 8A90          MOV  P1,R2 ; Enable row812A
12814A            LCALL DELAY
812D 08            INC   R0
812E 0A            INC   R2
812F BA00EF        CJNE  R2,#00H,LOOP
8132 D002          POP   02
8134 D000          POP   00
8136 22            RET
;MOVE TABLE START AT DPTR AT DPTR INTO BUFFER
8137 C082          MOVBUF: PUSH  DPL
8139 C083          PUSH  DPH
813B 7918          MOV   R1,#BUFFER
813D E4            MOVBUF1: CLR   A
813E 93            MOVC  A,@A+DPTR ;Get from external
813F F7            MOV   @R1,A ;Put in tinternal RAN
8140 09            INC   R1
8141 A3            INC   DPTR
8142 B920F8        CJNE  R1,#20H,MOVBUF1
8145 D083          POP   DPH
8147 D082          POP   DPL
8149 22            RET
814A C0E0          DELAY: PUSH  ACC
814C 74FF          MOV   A,#0FFH
814E 00            DEL1:  NOP
814F D5E0FC        DJNZ  ACC,DEL1
8152 D0E0          POP   ACC
8154 22            RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8155 00	TABLE1:	DB 00000000B ; 1 ST Character
8156 0C		DB 00001100B
8157 1C		DB 00011100B
8158 0C		DB 00001100B
8159 0C		DB 00001100B
815A 0C		DB 00001100B
815B 1E		DB 00011110B
815C 00		DB 00000000B
815D 00	TABLE2:	DB 00000000B ; 2 ND Character
815E 3C		DB 00111100B
815F 66		DB 01100110B
8160 06		DB 00000220B
8161 3C		DB 00111100B
8162 60		DB 01100000B
8163 7E		DB 01111110B
8164 00		DB 00000000B
8165 00	TABLE3:	DB 00000000B ; 3 RD Character
8166 3C		DB 00111100B
8167 66		DB 01100110B
8168 0C		DB 00001100B
8169 3C		DB 00111100B
816A 0C		DB 00001100B
816B 66		DB 01100110B
816C 3C		DB 00111100B
816D 00	TABLE4:	DB 00000000B ; 4 TH Character
816E 0E		DB 00001110B
816F 1E		DB 00011110B
8170 36		DB 00110110B
8171 66		DB 01100110B
8172 7F		DB 01111111B
8173 7F		DB 01111111B
8174 06		DB 00000110B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการฝึกอบรมเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8175 00	TABLE5:	DB 00000000B
8176 00		DB 00000000B
8177 00		DB 00000000B
8178 00		DB 00000000B
8179 00		DB 00000000B
817A 00		DB 00000000B
817B 00		DB 00000000B
817C 00		DB 00000000B

END

โปรแกรม 12.2

8. รันโปรแกรมในข้อ 5 แล้วสังเกตการแสดงผลที่ LED Dot matrix และอธิบายผลที่ได้
9. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่คีย์

		ORG	8100H	
	COUNTER	EQU	7FH	;Address 7fh
	BUFFER	EQU	18H	
	CLOCK	EQU	T0	
8100 908182	START:	MOV	DPTR,#TABLE1	
8103 7918		MOV	R1,#BUFFER	
8105 12815F		LCALL	MOVBUFF ; Move first char 8108	
90818A		MOV	DPTR,#TABLE2	
810B 7920		MOV	R1,#BUFFER+8	
810D 12815F		LCALL	MOVBUFF ; Move second char	
8110 757F08		MOV	COUNTER,#8	
8113 7F32	SC0:	MOV	R7,#50 ; Scan 50 time	
8155 128141	SC1:	LCALL	SCAN	
8118 DFFB		DJNZ	R7,SC1	
811A 128125		LCALL	SHIFT ; Shift table	
811D D57FF3		DJNZ	COUNTER,SC0	
8120 128141	SC2:	LCALL	SCAN	
8123 80FB		SJMP	SC2	

8125 C0E0 SHIFT: PUSH ACC ; Shift data left

เอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8127 C000		PUSH 00 ; Push R0
8129 C001		PUSH 01 ; Push R1
812B 7818		MOV R0,#BUFFER
812D 7920		MOV R0,#BUFFER+8
812F E7	SH1:	MOV A,@R1 ;Shift left 16 bit
8130 33		RLC A
8131 F7		MOV @R1,A
8132 E6		MOV A,@R0
8133 33		RLC A
8134 F6		MOV @R0,A
8135 09		INC R1
8136 08		INC R0
8137 B820F5		CJNE R0,#BUFFER+8,SH1
813A D001		POP 01
813C D000		POP 00
813E D0E0		POP ACC
8140 22		RET
8141 C000	SCAN:	PUSH 00
8143 C002		PUSH 02
8145 7818		MOV R0,#BUFFER
8147 7AF0		MOV R2,#11110000B ;Row No
8149 8690	LOOP:	MOV P1,@R0
814B C2B4		CLR CLOCK ; Eanble clock
814D 00		NOP ; Delay
814E D2B4		SETB CLCOK
8150 8A90		MOV P1,R2 ; Enable row
8152 128177		LCALL DELAY
8155 08		INC R0
8156 0A		INC R2
8157 BA00EF		CJNE R2,#00H,LOOP
815A D002		POP 02
815C D000		POP 00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

815E 22		RET
815F C082	MOVBUFF:	PUSH DPL
8161 C083		PUSH DPH
8163 C000		PUSH 00 ; Push R0
8165 7800		MOV RO,#0
8167 E4	MOVBUFF1:	CLR A
8168 93		MOVC A,@A+DPTR ;Get from external
8169 F7		MOV @R1,A ;Put in internal
816A 09		INC R1
816B A3		INC DPTR
816C 08		INC R0
816D B808F7		CJNE RO,#8,MOVBUFF1
8170 D000		POP 00
8172 D083		POP DPH
8174 D083		POP DPL
8176 22		RET
8177 C0E0	DELAY:	PUSH ACC
8179 74FF		MOV A,#0FFH
817B 00		DEL1: NOP
817C D5E0FC		DJNZ ACC,DEL1
817F D0E0		POP ACC
8181 22		RET
8182 00	TABLE1:	DB 00000000B ;1ST Character
8183 0C		DB 00001100B
8184 1C		DB 00011100B
8185 0C		DB 00001100B
8186 0C		DB 00001100B
8187 0C		DB 00001100B
8188 1E		DB 00011110B
8189 00		DB 00000000B
818A 00	TABLE2:	DB 00000000B ; 2 ND Charcter
818B 3C		DB 00111100B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

818C 66	DB 01100110B
818D 06	DB 00000110B
818E 3C	DB 00111100B
818F 60	DB 01100000B
8190 7E	DB 01111110B
8191 00	DB 00000000B
	END

โปรแกรม 12.3

10. รันโปรแกรมในข้อ 7 แล้วสังเกตการแสดงผลที่ LED Dot matrix และอธิบายผลที่ได้

คำถาม

1. จากโปรแกรมในข้อ 7 หากต้องการให้แสดงตัวอักษรมากกว่า 2 ตัวจะต้องทำอย่างไรบ้าง
2. จงเขียนโปรแกรมให้การแสดงผลเคลื่อนที่ในทางทิศทางตรงกันข้ามกับการแสดงผลโปรแกรมในข้อ 7



ใบงานการทดลองที่ 13

การเชื่อมต่อพอร์ตกับสวิตช์แบบเมตริกซ์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อสวิตช์แบบเมตริกซ์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้
2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์แบบเมตริกซ์ได้

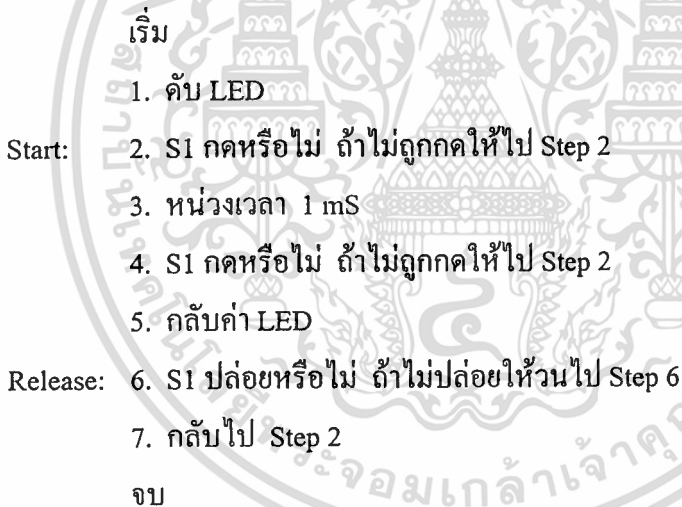
ทฤษฎี

การเขียนโปรแกรมควบคุม LED ด้วยสวิตช์ 1 ตัว

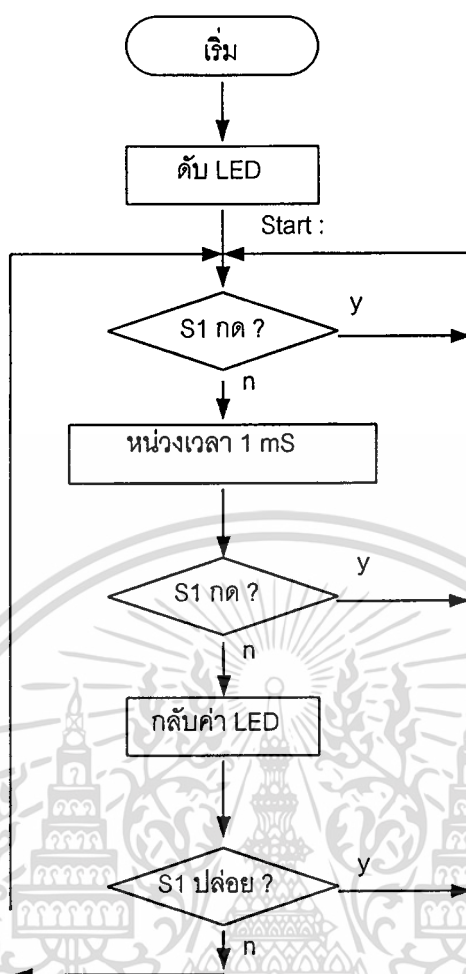
เป็นการใช้ สวิตช์ในลักษณะ Toggle ควบคุม เมื่อกดสวิตช์ ครั้งหนึ่ง LED ติดสว่าง แต่เมื่อกดสวิตช์ซ้ำอีกครั้ง LED ดับ การทำงานจะสลับกันเช่นนี้ กล่าวได้ว่าเป็นการควบคุม LED ด้วยสวิตช์ กดติด กดดับ ด้วยสวิตช์เพียงตัวเดียว

การเขียนโปรแกรมควบคุม

- อัลกอริทึม (Algorithm)



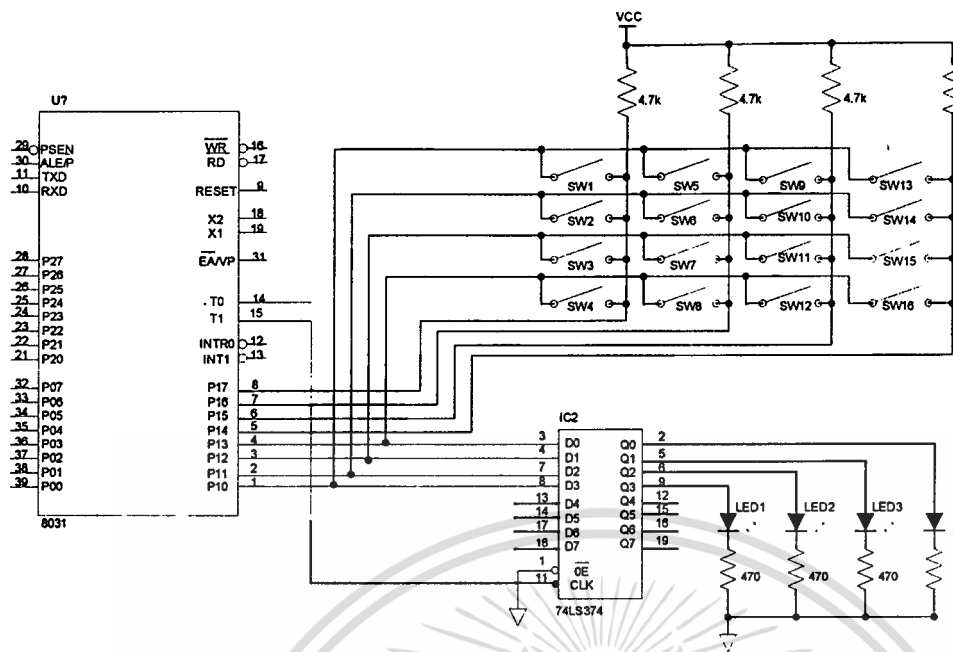
- ฟังลำดับงาน



ในโปรแกรม มีการแก้ไขเพื่อหลีกเลี่ยงการทำงานที่ผิดพลาดของสวิทช์ นอกจากนี้ในแต่ละ สถานะการทำงานของการทำงานกดสวิทช์ที่สั่งให้ LED ติด ก่อนการทำงานในรอบใหม่ จะต้องตรวจสอบสวิทช์ว่าปล่อยหรือยัง ถ้ายังไม่ปล่อยให้รอจนกว่าจะปล่อยสวิทช์ จึงจะทำงานในรอบต่อไปได้

การทดลอง

1. ต่อสวิทช์แบบเมตริกซ์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามวงจรในรูป 13.1



รูป 13.1

2. ป้อนโปรแกรมการหาตำแหน่งคีย์ที่กดต่อไปนี้เข้าสู่ตู้ฝึก

```

ORG 8100H
KEYNO EQU 20H ;ที่เก็บตำแหน่งคีย์ที่กด
MAIN: LCALLSCAN
      CJNE A,#0FFH,DISP ;ถ้ากดสวิตช์ให้แสดง
      SJMP MAIN
DISP: LCALLDISPLAY
      SJMP MAIN

```

;SCAN find key pressed position

;OUTPUT A = position, if no key pressed A = FF

```

810D 752001      SCAN:      MOV  KEYNO,#01      ;First sw
8110 7F7F                MOV  R7,#01111111B    ;Col pattern
8112 8F90      OUTCOL      MOV  P1,R7            ;Scan column
8114 E590                MOV  A,P                ;Read row
8116 30E01A      JNB  Acc.0,VALIDKEY ;Jump if upper row
pressed
8119 0520                INC  KEYNO
811B 30E115      JNB  Acc.1,VALIDKEY ;Jump if 2nd row pressed
811E 0520                INC  KEYNO

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

8120 30E210      JNB    Acc.2,VALIDKEY ;Jump it 3rd row pressed
8123 0520        INC    KEYNO
8125 30E30       JNB    Acc.3,VALIDKEY;Jump if 4th row pressed
8128 0520        INC    KEYNO
812A EF         MOV    A,R7
812B 03          RR     A
812C FF         MOV    R7,A
812D B4F7E2      CJNE   A,#11110111B,OUTCOL
8130 74FF        MOV    A,#0FFH          ;No key pressed
8132 22          RET
8133 E520        VALIDKEY: MOV    A,KEYNO      ;Save key postion
8135 22          RET
                ;Send data to LED
                ;Input A = Position (1-F)
8136 44F0        DISPLAY: ORL     A,#0F0H      ;Set high nibble to 1111
8138 F590        MOV    P1,A
813A C2B5        CLR     T1                  ;Pulse low
813C 00          NOP
813D D2B5        SETB    T1
813F 22          RET
                END

```

โปรแกรม 13.1

3. รันโปรแกรมในข้อ 2 แล้วกดสวิทช์ต่าง ๆ สังเกตการแสดงผลที่ LED1-LED4 บนที่กลงในตาราง 13.1

ตาราง 13.1 ผลลัพธ์ที่ LED

ตำแหน่งสวิตช์	ผลลัพธ์			
	LED4	LED3	LED2	LED1
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

4. ป้อนโปรแกรมกำหนดการทำงานของคีย์ที่กดต่อไปนี้เข้าสู่ชุดฝึก

;8051 Cross-Assembler (1.3) (C) 1987, 1989 Binary Technology

;Lab12_2.asm

```
8100                                ORG      8100H
                                INCKEY    EQU 01
0002=                             DECKEY    EQU    02
00FF=                             NOKEY     EQU    0FFH      ;
0020=                             KEYNO    EQU    20H
0019=                             LASTKEY   EQU    19H

8100  75F000      MAIN: MOV    B,#0                                ; Satrt value
8103  3150                                ACALL DISPLAY              ; Display start value
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

8105 7519FF READKEY:  MOV  LASTKEY,#NOKEY ; Save Lastkey
8108 128127          READ1:LCALL SCAN
810B B4FF02          CJNE  A,#0FFH,KEYPRESS
810E 08F5           SJMP  READKEY
8110 B51902 KEYPRESS: CJNE  A,LASTKEY,NEWKEY
8113 08F3           SJMP  READ1             ; Jump if old key
8115 F519  NEWKEY:  MOV  LADTKEY,A ; Save last key
8117 B40104          CJNE  A,#INCKEY,KEY2
811A 05F0           INC   B
811C 3150           ACALL DISPLAY
811E B402E7          KEY2: CJNE  A,#DECKEY,READ1
8121 15F0           DEC   B
8123 3150           ACALL DISPLAY
8125 80E1           SJMP  READ1
                        ; SCAN find key pressed position
                        ; OUTPUT A= position, if no key pressed A = FF
8127 752001 SCAN:   MOV  KEYNO,#01             ; First sw
812A 7F7F           MOV  R7,#01111111B ; Col pattern
812C 8F90  OUTCOL:  MOV  P1,R7             ; Scan column
812E E590           MOV  A,P1             ; Read row
8130 30E01A         JNB  Acc.0,VALIDKEY       ; Jump if upper row pressed
8133 0520           INC  KEYNO
8135 30E115         JNB  Acc.1,VALIDKEY
8138 0520           INC  KEYNO
813A 30E210         JNB  Acc.2,VALIDKEY
813D 0520           INC  KEYNO
813F 30E30B         JNB  Acc.3,BALIDKEY
8142 0520           INC  KEYNO
8144 EF            MOV  A,R7
8145 03            RR   A
8146 F             MOV  R7,A
8147 B4F7E2         CJNE  A,#11110111B,OUTCOL

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

814A 74FF          MOV  A,#0FFH          ; No key pressed
814C 22           RET
814D E520VALIDKEY: MOV  A,KEYNO          ; Save key position
814F 22           RET

; Send data to LED
; Inpit B=Position (1-F)

8150 C0E0 DISPLAY: PUSH ACC
8152 E5F0          MOV  A,b
8154 44F0          ORL   A,#0F0H          ; Set high nibble
8156 F590          MOV  P1,A
8158 C2B5          CLR  T1
815A 00           NOP
815B D2B5          SETB T1
815D D0E0          POP  ACC
815F 22           RET
END

```

โปรแกรม 13.2

5. รันโปรแกรมในข้อ 4 แล้วทดลองกดสวิทช์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 และสังเกตการแสดงผลที่ LED จำนวนครั้งที่กดสวิทช์กับจำนวนครั้งที่นับได้เท่ากันหรือไม่อย่างไร

คำถาม

1. จากวงจรในรูป 13.1 จงเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่าของคีย์ที่กด โดยหากมีการกด SW1 ให้เพิ่มค่าในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 10H ขึ้น 1 แบบ BCD และหากมีการกด SW2 ให้ทำการลดค่าในตำแหน่ง 10 H ลง 1 แบบ BCD

2. จากวงจรในรูป 13.2 จงเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่าตำแหน่งคีย์ที่กดโดยให้มีการกระโดดไปทำโปรแกรมย่อยต่าง ๆ เมื่อมีการกดคีย์ดังนี้

หากกดคีย์ตำแหน่ง 0 ให้กระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย SUB00 (ตำแหน่ง 9000H)

หากกดคีย์ตำแหน่ง 1 ให้กระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย SUB01 (ตำแหน่ง 9100H)

.

.

หากกดคีย์ตำแหน่ง F ให้กระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย SUB0F (ตำแหน่ง 9F00H)

หมายเหตุ โปรแกรมย่อย SUBxx มีตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรมย่อยอยู่ในวงเล็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 14

การใช้งานอินเตอร์รัพต์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของระบบอินเตอร์รัพต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบอินเตอร์รัพต์ได้
3. สามารถเขียนโปรแกรมน้อยของการตอบสนองอินเตอร์รัพต์ได้

ทฤษฎี

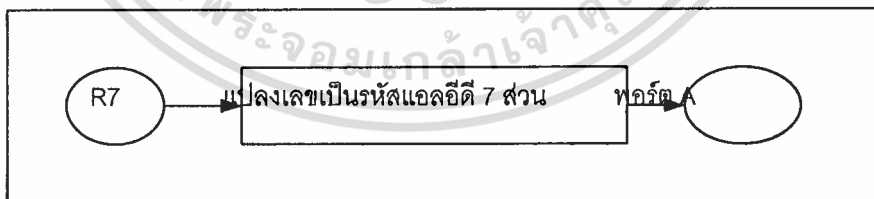
การเขียนโปรแกรมแสดงเลขวิ่ง

จากหลักการทำงานของวงจรการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ดังกล่าว สามารถนำมาเขียนโปรแกรม แสดงเลขวิ่งได้ดังนี้

โจทย์ จงเขียนโปรแกรมแสดงเลขวิ่ง 0 ถึง 9 โดยเริ่มที่เลข 0 แสดงที่หลักแรก (digit 0) ก่อนเป็นเวลาประมาณ 0.5 วินาที จากนั้นย้ายหลักไปแสดงที่หลักถัดไป ใช้เวลาเช่นเดียวกันแสดงจนครบทุกหลัก แล้วเริ่มต้นใหม่ด้วยตัวเลขลำดับต่อไป ทำเช่นนี้จนครบถึงเลข 9

2.1 วงจรการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ โดยใช้วงจรที่กล่าวมาแล้ว แบบตัวเลขส่งออกทางพอร์ต A เป็นแอดเดรส 0000H การเลือกหลักส่งหมายเลขหลัก (0-5) ออกทางพอร์ต C เป็นแอดเดรส 0002H การใช้งานพอร์ตเหล่านี้ได้ ต้องทำการโปรแกรมก่อน เนื่องจาก พอร์ต A และ C เป็นเอาต์พุต ดังนั้นค่าที่ใช้ในการโปรแกรมจะใช้ 88H โดยนำค่านี้ไปเก็บไว้ที่แอดเดรส 0003H ก่อนการใช้งานหรือทุกครั้งที่ใช้งาน

2.2 โมเดล



นำตัวเลขที่เป็นตัวแปรโดยใช้รีจิสเตอร์ R7 แปรค่าจาก 0 ถึง 9 แล้วแปลงเป็นรหัส แอลอีดี 7 ส่วน นำออกไปแสดง ที่พอร์ต A

2.3 ขั้นตอนวิธี

ขั้นตอนที่

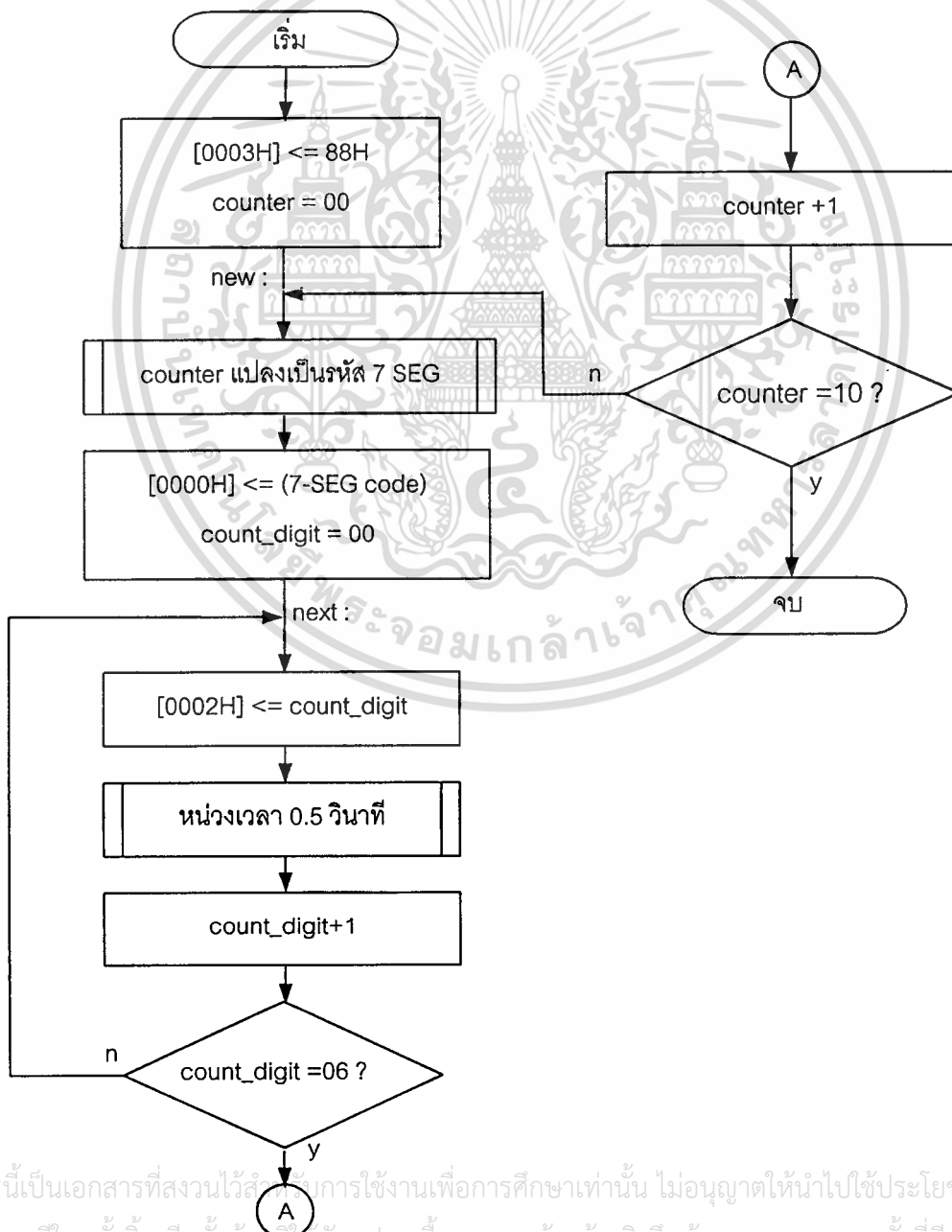
1. โปรแกรม IC พอร์ต 8255 ด้วยค่า 88H (Initial port)
2. ให้ค่าเริ่มต้นแก่ counter = 00

3. ค่าตัวเลขของ counter แปลงเป็นรหัสแอลอีดี 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

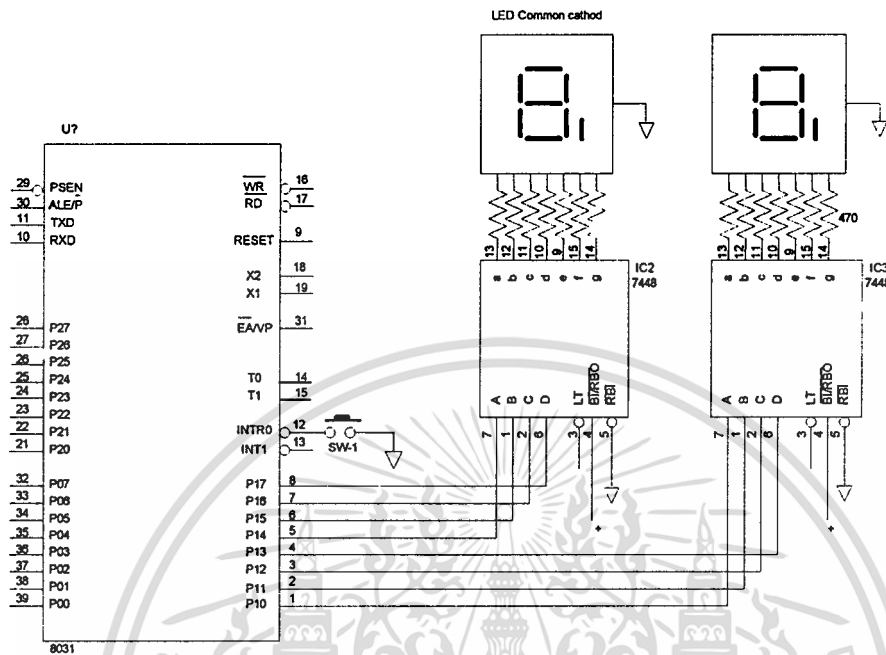
4. ส่งค่า counter ออกพอร์ต A
5. ให้ค่าเริ่มต้นแก่ count_digit = 00
6. ส่งค่า count_digit ออกพอร์ต C เพื่อเลือกหลัก
7. เรียกโปรแกรมย่อยหน่วงเวลา 0.5 วินาที
8. เพิ่มค่า count_digit
9. ตรวจสอบ count_digit = 6 หรือไม่ ถ้าไม่ไปทำขั้นตอนที่ 6
10. เพิ่มค่า counter
11. ตรวจสอบ counter = 10 หรือไม่ ถ้าไม่ไปทำขั้นตอนที่ 3
12. จบ

2.4 ฟังลำดับงาน



การทดลอง

1. ต่อสวิทช์และ LED 7 เซกเมนต์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามวงจรในรูป 14.1



รูป 14.1

2. ป้อนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบอินเทอร์พต์ต่อไปนี้เข้าสู่ชุดฝึก

```

ORG      8200H
COUNT EQU    10H
LCALL INITVECTOR
8203  751000    MAIN:    MOV     COUNT,#00    ; Initial Display
Value
8206  851090    MOV     P1,COUNT    ; Display 00
8209  D2AF      SETB    EA          ; Enable Int0
820F  00        LOOP:    NOP
8210  80FD      SJMP    LOOP
; กำหนดตำแหน่งของการตอบสนองอินเทอร์พต์สำหรับชุดทดลอง
8212  908103    INITVECTOR: MOV   DPTR,#INT0SERV
8215  858366    MOV     66H,DPH
8218  858267    MOV     . 67H,DPL
821B  22        RET

```

; INT0 Service routine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

; Increment counter by 1

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```
8103                                ORG 8103H
8103  C0D0      INTOSERV:    PUSH PSW
8105  C0E0                                PUSH ACC
8107  E510                                MOV A,COUNT
8109  2401                                ADD A,#1
810B  D4                                DA
810C  F590                                MOV P1,A           ; Display 2 Digit
810E  F510                                MOV COUNT,A
8110  D0E0      END_INT0SERV:  POP ACC
8112  D0D0                                POP PAW
8114  32                                RETI
                                END
```

โปรแกรม 14.1

3. รันโปรแกรมในข้อ 2 แล้วกดสวิทช์ SW1 ตามจำนวนครั้งที่แสดงในตาราง 14.1 และตรวจสอบผลลัพธ์ของโปรแกรมที่แสดงที่ LED 7 Segment บันทึกลงในตาราง 14.1

ตาราง 14.1 ค่าผลลัพธ์ที่แสดงบน 7 Segment

จำนวนครั้งที่กดสวิทช์	ค่าที่แสดงบน 7 Segment
2	
5	
9	
11	

4. ผลลัพธ์ของโปรแกรมที่แสดงบน LED 7 Segment กับจำนวนครั้งที่กดสวิทช์เท่ากันหรือไม่เพราะเหตุใด

5. จากโปรแกรมในข้อ 2 เปลี่ยนคำสั่ง SETB IT0 เป็นคำสั่ง CLR IT0 (เลือกการอินเตอร์รัพต์ที่ระดับลอจิก 0) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3 บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 14.2

ตาราง 14.2 ค่าผลลัพธ์ที่แสดงบน 7 Segment

จำนวนครั้งที่กดสวิทช์	ค่าที่แสดงบน 7 Segment
2	
5	
9	
11	

6. ผลลัพธ์ที่ได้ในตาราง 14.1 และ 14.2 มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไรจงอธิบายถึงสาเหตุ

7. จากโปรแกรมในข้อ 2 เปลี่ยนคำสั่ง SETB EX0 เป็นคำสั่ง CLR EX0 แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3 บันทึกผลลัพธ์ลงในตาราง 14.3

ตาราง 14.3 ค่าผลลัพธ์ของการกดสวิทช์

จำนวนครั้งที่กดสวิทช์	ค่าที่แสดงบน 7 Segment
2	
5	
9	
11	

8. ผลลัพธ์ที่ได้ในตาราง 14.1 และ 14.3 มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไรจงอธิบายถึงสาเหตุ

คำถาม

- 1. จากวงจรในรูป 14.1 จงเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ให้มีการเพิ่มค่าที่แสดงบน 7 Segment ขึ้น 1 ค่าเมื่อมีการกดสวิทช์ทุก ๆ 3 ครั้ง
- 2. จากวงจรในรูป 14.1 จงเขียนโปรแกรมควบคุมอินเตอร์รัพต์เพื่อให้มีการเพิ่มค่าข้อมูลในรีจิสเตอร์ B ขึ้น 1 ค่าแบบ BCD เมื่อมีการกดสวิทช์ หากค่าในรีจิสเตอร์ B เพิ่มขึ้นเป็น 60 ให้กลับเป็น 0 ใหม่

ใบงานการทดลองที่ 15

การใช้งานตัวตั้งเวลา / ตัวนับ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของตัวตั้งเวลา / ตัวนับของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51
2. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของตัวตั้งเวลา / ตัวนับได้
3. สามารถใช้งานอินเตอร์รัพต์ของตัวตั้งเวลา / ตัวนับได้

ทฤษฎี

TMOD

เป็นรีจิสเตอร์ควบคุม Timer จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 บิต โดย 4 บิต บนจะเป็นการควบคุม Timer 1 ส่วน 4 บิตล่างจะเป็นการควบคุม Timer 0 ความหมายของแต่ละบิตดังในตารางที่ 1 ซึ่งตัวรีจิสเตอร์นี้เป็นตัวเลือกการทำงานว่าจะให้ตัว Timer/Counter ทำงานในโหมดใด

ตารางที่ 15.1 รีจิสเตอร์ TMOD

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
ไทมเมอร์ 0				ไทมเมอร์ 1			

GATE บิตควบคุม GATE สำหรับควบคุมการทำงานของไทมเมอร์หรือเคาน์เตอร์ C/T บิตเลือกการทำงานให้เป็นไทมเมอร์หรือเคาน์เตอร์ โดยถ้าถูกเคลียร์มันจะทำงานเป็นไทมเมอร์ (อินพุตจะป้อนจากสัญญาณนาฬิกาจากระบบภายใน) และถ้าเซตจะทำงานเป็นเคาน์เตอร์ (อินพุตจะป้อนจากขาสัญญาณ T0, T1) M0,M1 เป็นบิตกำหนดโหมดการทำงานของไทมเมอร์หรือเคาน์เตอร์

ตารางที่ 15.2 การกำหนดโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

M1	M0	โหมดการทำงาน
0	0	กำหนดให้เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 13 บิต โดยให้ TL ทำงานเพียง 5 บิต
0	1	กำหนดให้เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต
1	0	ทำงานแบบ 8 บิต โหลดค่าใหม่อัตโนมัติ โดยให้ TH เก็บค่าสำหรับป้อนค่าใหม่อัตโนมัติให้กับ TL เมื่อ TL เกิดโอเวอร์โฟลว์
1	1	สำหรับไทเมอร์ 0 กำหนดให้ TLO ทำงานเป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิต ถูกควบคุมตามแบบมาตรฐานเช่นเดียวกับในโหมดอื่นๆ
1	1	สำหรับ TH0 ทำงานเป็นไทเมอร์ขนาด 8 บิต ถูกควบคุมโดยบิตควบคุม TR1 เพียงสัญญาณเดียว
		สำหรับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 ในโหมดนี้กำหนดให้หยุดทำงาน

PCON

Power Control Register (PCON) รีจิสเตอร์ PCON อยู่ที่ตำแหน่ง 87H ใช้หยุดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้ระบบ ทำให้ข้อมูลต่างๆ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนอกจากนี้ยังลดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ลงด้วย

T2CON

เป็นตัวจับเวลาและตัวนับ 2 ขนาด 16 บิต แบบบรรจุเข้าโดยอัตโนมัติและใช้รีจิสเตอร์ควบคุมของ SFR จะเพิ่มค่าทุกครั้งในแต่ละวัฏจักรแมชชีน ยังเป็นตัวสร้างอัตราบีด ซึ่งสามารถจะเลือกการทำงานโดยเซตค่าต่างๆ ใน T2CON ตามตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 15.3 T2CON

0CFH	0CEH	0CEH	0CCH	0CBH	0CAH	0C9H	0C8H
T2PS	13FR	12FR	T2R1	T2R0	T2CM	T2I1	T2I0

ตารางที่ 4 การกำหนดบิต T2I1 และ T2IO

ชื่อบิต		หน้าที่การทำงาน
T2I1	T2IO	เลือกสัญญาณอินพุตของไทเมอร์ 2
0	0	ไม่เลือกสัญญาณอินพุตใด ไทเมอร์ 2 หยุดทำงาน
0	1	ทำงานเป็นตัวไทเมอร์รับสัญญาณอินพุตเท่ากับ $f_{osc}/12$ (T2PS=0 หรือ $f_{osc}/24$ (T2PS=1)
1	0	ทำงานเป็นตัวเคาน์เตอร์รับสัญญาณอินพุตจากภายนอกที่ขั้วพอร์ต P1.7/T2
1	1	ทำงานเป็นไทเมอร์แบบใช้เกตควบคุม การรับสัญญาณอินพุตจะถูกควบคุมโดยขาพอร์ต P1.7/T2
T2CM		เป็นบิตกำหนดโหมดการทำงานในโหมดเปรียบเทียบของรีจิสเตอร์ CRC และ CC1-CC3 เมื่อถูกเซตจะเป็นการเลือกโหมดเปรียบเทียบ 1 และถ้าถูกเคลียร์จะเป็นการเลือกโหมดเปรียบเทียบ 0
T2R1	T2R0	เลือกโหมดการทำงานในโหมดโหลดค่าใหม่ของไทเมอร์ 2
0	X	ดิสเอเบิลการโหลดค่าใหม่
1	0	โหมด0 : เป็นการโหลดค่าใหม่อัตโนมัติเมื่อไทเมอร์ 2 เกิดโอเวอร์โฟลว์
1	1	โหมด1 : จะโหลดค่าใหม่เมื่อพบขอบขาลงของสัญญาณที่ขาพอร์ต P1.5/T2EX
T2PS		เป็นบิตกำหนดการหารสัญญาณนาฬิกา ถ้าถูกเซตสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้ไทเมอร์จะมีความถี่เป็น $f_{osc}/24$ และถ้าถูกเคลียร์สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้ไทเมอร์จะมีความถี่เป็น $f_{osc}/12$ บิต T2PS ต้องเป็น 0 เมื่อไทเมอร์ 2 ทำงานเป็นตัวเคาน์เตอร์

SCON

ใช้สำหรับควบคุมและตรวจสอบการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ดังนั้น ก่อนใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ผู้เขียนโปรแกรมจำเป็นต้องทราบความหมายของบิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 15.5 SCON

(MSB)				(LSB)			
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

บิต SM0 และ SM1 ทำหน้าที่กำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง

1. ต่อสวิทช์และ LED 7 เซกเมนต์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามวงจรในรูป 15.1
2. ป้อนโปรแกรมการควบคุมการทำงานของ Timer0 ให้ทำหน้าที่เป็นตัวนับสัญญาณพัลส

จากสวิทช์เข้าชุดฝึก

```

                                ORG    8100H
00FF=                          X      EQU    0FFH
0010=                          COUNT  EQU    10H    ; Address for counter
0006=                          MODE   EQU    06      ; 8 bit auto reload counter
8100  751000  START:           MOV    COUNT,#00    ; Init Counter = 0
8103  758CFF                MOV    TH0,#X
8106  758AFF                MOV    TL0,#X
8109  758906                MOV    TMOF,#MODE
810C  D28C                SETB    TR0              ; On timer0
810E  851090  DISPLAY:        MOV    P1,COUNT      ; Display
8111  308DFD  WAIT:          JNB    TF0,WAIT
8114  C28D                CLR     TF0             ; Clear overflow flag
8116  E510                MOV     A,COUNT
8118  2401                ADD     A,#1
811A  D4                  DA      A
811B  F510                MOV     COUNT,A
811D  80EF                SJMP    DISPLAY
                                END

```

โปรแกรม 15.1


```

8200                                ORG    8200H
00FD=                             X      EQU    0FEH
0010=                             COUNT EQU    10H      ; Address of counter
0006=                             MODE  EQU    06      ; 8 bit auto reload

8200 12821B START:                LCALL INITVECTOR
8203 75100                        MOV    COUNT,#00      ; Init Counter
8206 758CFE                      MOV    TH0,#X
8209 758AFE                      MOV    TL0,#X
820C 758906                      MOV    TMOD,#MODE
820F D28C                        SETB   TR0            ; On timer0
8211 D2AF                        SETB   EA            ; Enable All Interrupt
8213 D2A9                        SETB   ET0          ; Enable Timer0 Interrupt
8215 851090    DISPALY:          MOV    P1,COUNT
8218 00        WAIT:             NOP
8219 80FD      SJMP    WAIT

;Init vector*****
821B 90810B INITVECTORT:         MOV    DPTR,#INTSERV
821E 858368                      MOV    68H,DPH ;Define Interrupt Address
8221 858368                      MOV    69H,DPL ; of version 1.1
8224 22                          RET

; Interrupt service program

                                ORG    810BH ; VECTOR OF Version2.0
810B C0D0    INTSERV:            PUSH   PSW
810D E510                      MOV    A,COUNT
810F 2401                      ADD    A,#1
8111 D4                          DA     A
8112 F510                      MOV    COUNT,A
8114 851090                      MOV    P1,COUNT
8117 D0D0                      POP     PSW
8119 32                          RETI

```

END

6. รันโปรแกรมในข้อ 5 แล้วกดสวิทช์ SW1 ตามจำนวนครั้งในตาราง 15.7 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของการแสดงผลที่ 7 Segment บันทึกลงในตาราง 15.7 จำนวนครั้งที่กดสวิทช์กับค่าที่แสดงเท่ากันหรือไม่เพราะเหตุใด

ตาราง 15.7 ค่าที่แสดงที่ LED 7 Segment

จำนวนครั้งที่กดสวิทช์	ค่าที่แสดงที่ LED 7 Segment			
	ผลลัพธ์ข้อ 6	ผลลัพธ์ข้อ 7	ผลลัพธ์ข้อ 8	ผลลัพธ์ข้อ 9
1				
6				
10				
15				
20				

7. เปลี่ยนคำสั่ง SETB ET0 เป็นคำสั่ง CLR ET0 แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 6 บันทึกผลลงในตาราง 15.7 ได้ผลลัพธ์ต่างกับข้อ 6 อย่างไรเพราะเหตุใด

8. จากโปรแกรมในข้อ 5 เปลี่ยนคำสั่ง SETB EA เป็นคำสั่ง CLR EA แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 6 บันทึกผลลงในตาราง 15.7

9. จากโปรแกรมในข้อ 5 เปลี่ยนค่า X ในโปรแกรมเป็น FE แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 6 ผลที่ได้แตกต่างกันอย่างไร จงอธิบายเหตุผล

10. ป้อนโปรแกรมการควบคุมการทำงานของ Timer0 ให้ทำหน้าที่เป็นตัวตั้งเวลาเข้าสู่ชุดฝึก

```
8200                                ORG      8200H
0010=                               EQU      10H
0010=                               COUNT    EQU      10H           ; Address of counter
0001=                               MODE      EQU      01           ; Mode 16 bit timer
; Software control

8200  128232    START:              LCALL  INITVECTOR
8203  128224                                LCALL  INITTIMER0
8206  751000                                MOV    COUNT,#00    ; Init counter
8209  7F10                                MOV    R1,#X
820B  851090    DISPLAY:            MOV    P1,COUNT    ; Wait for start
```

```

820E E5B0          WAITSTART: MOV  A,P3    ; Read Switch
8210 20E4FB                JB    Acc.4,WAITSTART
8213 751000                MOV  COUNT,#00    ; Reset count
8216 815090                MOV  P1,COUNT    ; Display
8219 D28C              SETB  TR0            ; On timer0
821B E5B0          WAISTOP:  MOV  A,P3
821D 20E4FB                JB    Acc.4WAISTOP
8220 C28C              CLR   TR0            ; Off Timer0
8222 80EA              SJMP  WAITSTART

;*****
8224 758C00 INITTIMER0:    MOV  TH0,#0
8227 758A00                MOV  TL0,#0
822A 86901              MOV  TMOD,#MODE
822D D2AF              SETB  EA            ; Enable all interrupt
822F D2A9              SETB  ET0          ; Enable timer0 interrupt
8231 22                RET

;*****
8232 90810B INITVECTOR:    MOV  DPTR,#INTSERV
8235 858368                MOV  68H,DPH ; Define interrupt address
8238 858269                MOV  69H,DPL ; of V1.1
823B 22                RET

;*****
;TIMER0 interrupt service

810B                                ORG  810BH ; Vector of v2.0
810B C0D0          INTSERV:    PUSH PSW
810D C0E0                                DJNZ R7,ENDINT
8111 7F10                                MOV  R7,#X
810D C0E0                                PUSH  Acc
810F DF0B                                DJZN  R7,ENDINT
8111 7F10                                MOV  R7,#X
8113 E510                                MOV  A,COUNT

```


8117	D4		DA	A
8118	F510		MOV	COUNT,A
811A	F590		MOV	P1,A ; Display
811C	D0E0	ENDINT:	POP	Acc
811E	D0D0		POP	PSW
8120	32		RETI	; End of interrupt service
0000=			END	

โปรแกรม 15.3

11. ทดลองโปรแกรมในข้อ 9 โดยรันโปรแกรมแล้วกดสวิทช์ SW1 แล้วปล่อย หลาย ๆ ครั้ง สังเกตการแสดงผลที่ 7 Segment เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ทดลองเปลี่ยนค่าของ X เป็น 20H และ 01H แล้วทดลองใหม่เปรียบเทียบกัน อธิบายความแตกต่าง

คำถาม

1. จากโปรแกรมในข้อ 9 หากต้องการให้การเปลี่ยนแปลงของการแสดงผลที่ 7 Segments ให้เพิ่มขึ้นในหน่วยของ 1/100 วินาที จงเขียนโปรแกรม เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้สัญญาณ Clock 11.0592 MHz

2. จากวงจรในรูป 15.1 จงเขียนโปรแกรมควบคุมให้การแสดงผลที่ 7 Segments เป็นค่าของวินาที ซึ่งมีการเพิ่มค่าขึ้นทุก ๆ วินาที จาก 0-59 แล้วกลับไปเป็น 0 ใหม่ และวนไปเรื่อย ๆ โดยให้ใช้ Timer0 เป็นตัวกำหนดฐานเวลา และทำงานโดยไม่ต้องมีการกดสวิทช์ SW1

3. เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 5 KHz ออกที่พอร์ต P3.1 โดยใช้ TIMER 1 เป็นตัวกำหนดค่าเวลาของ Duty cycle เมื่อสัญญาณ Clock ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็น 11.0592 MHz

4. เขียนโปรแกรมควบคุมให้มีการลดค่าข้อมูลภายในหน่วยความจำภายในที่ตำแหน่ง 10H ลง 1 แบบ BCD ทุก ๆ 1/10 วินาที หากข้อมูลมีค่าไม่เป็น 00 และจดหยุดทำการลดค่าเมื่อข้อมูลมีค่าเป็น 00

ใบงานการทดลองที่ 16

การใช้งานพอร์ตอนุกรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1. เพื่อให้เข้าใจการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม
- 2. เพื่อให้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมได้
- 3. เพื่อให้เขียนโปรแกรมรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมได้

ทฤษฎี

ตารางที่ 1 SCON

(MSB)				(LSB)			
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

บิต SM0 และ SM1 ทำหน้าที่กำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม

ตารางที่ 2 การกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม

SM0	SM1	โหมด	ลักษณะการทำงาน	อัตราบิตเรต
0	0	0	ซีปรีจิสเตอร์	Fosc/12
0	1	1	8 บิต UART	กำหนดค่าเองได้
1	0	2	9 บิต UART	fosc/32 หรือ fosc/64
1	1	3	9 บิต UART	กำหนดค่าเองได้

UART = Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

บิต SM2 จะถูกอินาเบิลเมื่อทำการติดต่อสื่อสารระหว่างโปรเซสเซอร์หลายตัว (Multiprocessor) ในโหมด 2 และ 3 โดยถ้า SM2 ถูกเซตนั้นคือบิต RI ไม่ถูกเซตหรือข้อมูลบิตที่ 9 ที่เก็บใน RB8 มีค่าเป็น “0” และสำหรับในโหมด 1 ถ้าบิต SM2 ถูกเซตนั้นคือบิต RI ไม่ถูกเซตหรือแสดงว่าบิตสิ้นสุดไม่ได้รับเข้ามา และสำหรับในโหมด 0 บิตนี้จะมีค่าเป็น “0”

บิต REN ทำหน้าที่อินาเบิลการรับข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรม 2 และ 3 สามารถเซตและเคลียร์เพื่อคิสเอเบิลการรับข้อมูลได้

บิต TB8 เป็นสถานะของบิตที่ 9 สำหรับการส่งข้อมูลในโหมด 2 และ 3 สามารถเซตและเคลียร์ได้จากซอฟต์แวร์

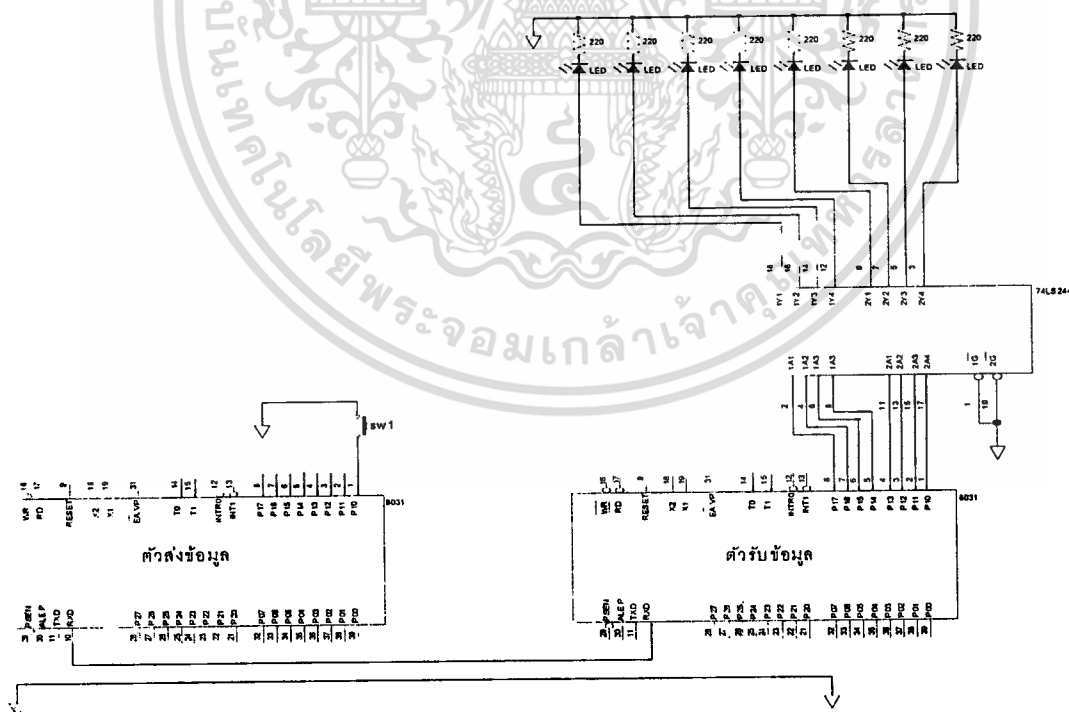
บิต RB8 ในโหมด 2 และ 3 บิต นี้คือสถานะของบิตที่ 9 ที่ได้รับเข้ามา สำหรับในโหมด 1 ถ้าบิต SM2 เป็น “0” บิตนี้คือบิตสิ้นสุดที่รับเข้ามา และสำหรับในโหมด 0 บิตนี้ไม่ถูกใช้งาน

บิต TI ทำหน้าที่เป็นอินเตอร์รัพต์แฟลกในการส่งข้อมูล จะถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูลบิตที่ 8 ในการทำงานโหมด 0 หรือถูกเซตที่จุดเริ่มต้นของบิตสิ้นสุดในการทำงานโหมดอื่นๆ และบิตนี้ต้องถูกเคลียร์จากซอฟต์แวร์

บิต RI ทำหน้าที่เป็นอินเตอร์รัพต์แฟลกในการรับข้อมูล จะถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อสิ้นสุดการรับข้อมูลที่ 8 ในการทำงานโหมด 0 หรือถูกเซตที่ช่วงระหว่างกลางของบิตสิ้นสุดในโหมดอื่นๆ (ยกเว้นบางกรณีสัมพันธ์กับบิต SM2) และบิตนี้ต้องถูกเคลียร์จากซอฟต์แวร์

การทดลอง

- 1. เชื่อมต่อวงจรการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 เครื่อง เข้าด้วยกันดังรูป 16.1



รูป 16.1 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม

- 2. เขียนโปรแกรมสำหรับการรับส่งข้อมูลในชุดของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านล่าง

โปรแกรมจะทำการส่งข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายนอกจำนวน 8 ไบต์ที่กำหนดตำแหน่ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยรีจิสเตอร์ DPTR ออกไปที่พอร์ตอนุกรมโดยจะส่งไบต์ที่ 1 ออกไปจนถึงไบต์ที่ 8 และวนกลับไปเริ่มต้นไบต์ที่ 1 ซ้ำอีก

;lab15tx1.asm

;Transmission data to serial port

```

8100                                ORG      8100H
8100 12811C                        LCALL  INIT_SERIAL
8103 7F08                          LOOP: MOV   R7,#08      ; Counter
8105 908114                        MOV    DPTR,#PATTERN
8108 E0                            GETDATA: MOVX  A,@DPTR    ;
8109 128131                        LCALL  SEND_BYTE ; Send to serial port
810C 12813C                        LCALL  DELAY
810F A3                            INC     DPTR      ; Next byte
8110 DFF6                          DJNZ   R7,GETDATA
8112 80EF                          SJMP   LOOP
8114 18                            PATTERN: DB    00011000B
8115 24                            DB    00100100B
8116 42                            DB    01000010B
8117 81                            DB    10000001B
8118 81                            DB    10000001B
8119 42                            DB    01000010B
811A 24                            DB    00100100B
811B 18                            DB    00011000B
*****
;init serial 2400 bps not use in terrupt (clock 11.0592 MHz)

811C 758920 INIT_SERIAL: MOV   TMOD,#20H  ;
811F 758DF4                        MOV   TH1,#0F4H    ; Baud rate 2400
8122 D28E                          SETB  TR1        ;On timer 1
8124 759850                        MOV   SCON,#50H    ; Mode 1 receive enable
8127 C2AB                          CLR   ET1        ;Disable timer 1 interrupt
8129 C2af                          CLR   EA          ;Disable all interrupt
812B 53877F                        ANL   PCON,#01111111B ;Clear smod

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้เอกสารนี้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

812E C299          CLR    TI
8130 22           RET

;*****

;Send 1 byte in register a to serial buffer
; input A = data

8131 2099FD SEND_BYTE:  JB    TI,$          ;Wait until ti = 0
8134 F599          MOV    SBUF,A
8136 3099FD        JNB    TI,$          ;Wait until complete
8139 C299          CLR    TI
813B 22           RET

;*****

813C C083          DELAY:  PUSH DPH
813E C082          PUSH DPL
8140 7583FF        MOV    DPH,#255
8143 7582FF        DEL1:   MOV    DPL,#255
8146 00           DEL2:   NOP
8147 00           NOP
8148 00           NOP
8149 D582FA        DJNZ   DPL,DEL2
814C D583F4        DJNZ   DPH,DEL1
814F D082          POP    DPL
8151 D083          POP    DPH
8153 22           RET
0000=             END

```

โปรแกรม 16.1 การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

3. ป้อนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมแบบไม่ใช้การอินเตอร์รัพต์ เข้าที่ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านรับ โปรแกรมจะรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมและนำข้อมูลที่ได้รับมาออกไปแสดงที่ LED ซึ่งต่ออยู่ที่พอร์ต P1 และกลับไปรับข้อมูลใหม่

```
;lab 15rx1.asm
```

```
;receve data from serial and display data on p1
```

```
8100          ORG    8100H
```

```
8100 128108    LCALL  INITSETIAL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

8103 12811D      LOOP:      LCALL READSERIAL
8106 80FB                SJMP  LOOP

;*****
;init serial port 2400 bps not use int

8108 758920      INITSERIAL: MOV  TMOD,#20H  ;
810B 758DF4                MOV  TH1,#0F4H   ;Baud rate 2400
810E D28E                SETB  TR1          ;On timer 1
8110 759850      MOV  SCON,#50H   ;Mode 1 receive enable
8113 53877F      ANL   PCON,#01111111B    ;Clear smod
8116 C2AC                CLR   ES           ;Disable serial interrupt
8118 C2AB                CLR   ET1         ;Disable time1 interrupt
811A D2AF      SETB  EA           ;Enable interrupt
811C 22                RET

;*****

811D C0E0      READSERIAL: PUSH  ACC
811F 309806      JNB   RI,ENDCHECK ;If no data jump to end
8122 E599      MOV   A,SBUF       ;Read data from serial
8124 C298      CLR   RI          ;Clear ri flag
8126 F590      MOV   P1,A         ;Display at led
8128 D0E0      ENDCHECK: POP   ACC
812A 22                RET

```

โปรแกรม 16.2 การรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมแบบไม่ใช้อินเตอร์รัพท์

4. ทดลองโปรแกรม การรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม โดยรันโปรแกรมด้านรับให้รอรับข้อมูลก่อนแล้วจึงรันโปรแกรมด้านส่ง สังเกตการแสดงผลที่ LED ที่ต่ออยู่ที่พอร์ต P1 ของด้านรับมาการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

5. ป้อนโปรแกรมสำหรับการส่งข้อมูลของจำนวนการกดสวิตช์ SW1 ออกไปทางพอร์ตอนุกรมเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านส่ง เมื่อมีการกดสวิตช์จำนวนครั้งของการกดจะเพิ่มขึ้น 1 และเมื่อจำนวนครั้งเพิ่มไปถึง 4 แล้วหากมีการกดสวิตช์อีกจำนวนจะกลับไปเป็น 0 ใหม่

```
;lab 15tx2.asm
```

```
;Transmission
```

```
;Main program send data 0 – 4 to serial port
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

8100                                ORG    8100H
8100 12811B                        LCALL  INIT_SERIAL
8103 7F00          START:         MOV    R7,#00
8105 EF            LOOP:          MOV    A,R7
8106 128130                        LCALL  SENC_BYTE
8109 2090FD          WAIT:        JB     P1.0,WAIT          ;Wait press
810C 12813B                        LCALL  DELAY
810F 2090F7                        JB     P1.0,WAIT          ;Read again
8112 3090FD          WAIT2:JNB     P1.0WAIT2              ;Wait release
8115 0F                                INC    R7
8116 BF 05EC                        CJNE   R7,#05,LOOP
8119 80E8                        SJMP    START

;*****
;init serial 2400 bps not use int
811B 758920          INIT_SERIAL: MOV    TM0K,#20H      ;
811E 758DF4                        MOV    TH1,#0F4H      ;Baud rate 2400
8121 D28E                        SETB   TR1              ;On timer1
8123 759850                        MOV    SCON,#50h      ;Mode 1 receive enable
8126 C2AB                        CLR    ET1              ;Disable timer 1 interrupt
8128 C2AF                        CLR    EA                ;Enable interrupt
812A 53877F                        ANL    PCON,#01111111B   ;Clear smod
812D C299                        CLR    TI
812F 22                          RET

;*****
;Send 1 byte in a to serial
;input A = data
8130 2099FD          SEND_BYTE: JB     TI,$              ;Wait until ti = 0
8133 F599                        MOV    SBUF,A
8135 3099FD                        JNB    TI,$              ;Wait until complete
8138 C299                        CLR    TI
813A 22                          RET

```

813B C083	DELAY:	PUSH DPH
813D C082		PUSH DPL
813F 758319		MOV DPH,#25
8142 758264	DEL1:	MOV DPL,#100
8145 00	DEL2:	NOP
8146 00		NOP
8147 D582FB		DJNZ DPL,DEL2
814A D583F5		DJNZ DPH,DEL1
814D D082		POP DPL
814F D083		POP DPH
8151 22		RET
0000		END

โปรแกรม 16.3 การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

6. ป้อนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมแบบใช้การอินเตอร์รัพต์ เข้าที่ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านรับ โปรแกรมจะรับข้อมูล 1 ไบต์ เข้ามาแล้วเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลที่ LED ตามค่าที่รับเข้ามา ซึ่งมีรูปแบบการแสดงผลอยู่ 4 รูปแบบ หากข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเป็น 1 จะแสดงค่าของรูปแบบที่ 1 ถ้าข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเป็น 0 จะไม่มีการแสดงผล

;lab 15rx2.asm

;Receive data 0-4 from serial use interrupt

;display relative pattern

;Main program

8200	ORG	8200H	
8200 128288	LCALL	INIT_VECTOR;	For jazz31
8203 12825C	LCALL	INIT_SERIAL	
8206 759000	START:	MOV	P1,#00H
8209 E5F0	MOV	A,B	;Get data from buffer
820B 60F9	JZ	START	
820D B40105	CJNE	A,#1,PAT2	
8210 90823C	MOV	DPTR,#PATTERN1	
8213 801A	SJMP	DISPLAY	

8215 B40205 PAT2: CJNE A,#2,PAT3 ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

8218 908244      MOV    DPTR,#PATTERN2
821B 8012        SJMP    DISPLAY
821D B40305      PAT3:    CJNE  A,#3,PAT4
8220 90824C      MOV    DPTR,#PATTERN3
8223 800A        SJMP    DISPLAY
8225 B40405      PAT4:    CJNE  A,#4,NOPATTERN
8228 908254      MOV    DPTR,#PATTERN4
822B 8002        SJMP    DISPLAY
822D 80D7        NOPATTERN: SJMP  START
822F 7F08        DISPLAY: MOV    R7,#08                ;Counter
8231 E0          GETDATA: MOVXA,@DPTR
8232 F590        MOV    P1,A
8234 128271      LCALL  DELAY
8237 A3          INC    DPTR
8238 DFF7        DJNA   R7,GETDATA
823A 80CA        SJMP    START
823C 81          PATTERN1: DB    10000001B
823D 42          DB    01000010B
823E 24          DB    00100100B
823F 18          DB    00011000B
8240 81          DB    10000001B
8241 42          DB    01000010B
8242 24          DB    00100100B
8243 18          DB    00011000B
8244 80          PATTERN2: DB    10000000B
8245 40          DB    01000000B
8246 20          DB    00100000B
8247 10          DB    00010000B
8248 08          DB    00001000B
8249 04          DB    00000100B
824A 02          DB    00000010B
824B 01          DB    00000001B

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

824V 01.          PATTERN3:  DB    00000001B
824D 02           DB    00000010B
824E 04           DB    00000100B
824F 08           DB    00001000B
8250 10           DB    00010000B
8251 20           DB    00100000B
8252 40           DB    01000000B
8253 80           DB    10000000B
8254 18          PATTERN4:  DB    00011000B
8255 24           DB    00100100B
8256 42           DB    01000010B
8257 81           DB    10000001B
8258 18           DB    00011000B
8259 24           DB    00100100B
825A 42           DB    01000010B
825B 81           DB    10000001B

```

;init serial 2400 bps use int

```

825C 758920      INIT_SERIAL: MOV    TMOD,#20H      ;Init timer mode to 16 bit
825F 758DF4      MOV    TH1,#0F4H      ;On timer 1
8264 53877F      ANL    PCON,#01111111B ;Clear smod
8267 759850      MOV    SCON,#50h      ;Mode 1 receive enable
826A C2AB        CLR    ET1            ;Disable timer 1 interrupt
826C D2AC        SETB   ES             ;Enable serial interrupt
826E D2AF        SETB   EA             ;Enable all interrupt
8270 22          RET

```

```

8271 C083        DELAY:    PUSH   DPH
8273 C082        PUSH   DPL
8275 758364      MOV    DPH,#100
8278 7582FF      DEL1:    MOV    DPL,#255

```

827B 00 เอกสารที่ส่งวนไป DEL2: การใช้งาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

827C 00          NOP
827D D582FB      DJNZ  DPL,DEL2
8280 D583F5      DJNZ  DPH,DEL1
8283 D082        POP   DPL
8285 D083        POP   DPH
8287 22          RET

;*****
8288 908123      INIT_VECTOR:MOV  DPTR,#INT_SERIAL
828B 85836A      MOV   6AH,DPH
828E 85826B      MOV   6BH,DPL
8291 22          RET

;*****
8123            ORG   8123H

;read 1 byte from serial and store in Register B when interrupt occur
8123 C0D0      INT_SERIAL: PUSH  PSW
8125 309805    READSERIAL: JNB  RI,ENDCHECK ;If no data jump to end
8128 8599F0    MOV   B,SBUF ;Read data from serial
812B C298      CLR   R1 ;Clear R1 flag
812D D0D0      ENDCHECK: POP   PSW
812F 32        RETI
0000=         END

```

โปรแกรม 16.4 การรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมแบบใช้อินเตอร์รัพต์

7. ทดลองโปรแกรม การรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม โดยรันโปรแกรมที่ด้านรับให้รอรับข้อมูลก่อนแล้วจึงรันโปรแกรมด้านส่ง สังเกตการแสดงผลที่ LED ที่ต่ออยู่ที่พอร์ต P1 ของด้านรับทดลองกดสวิทช์ที่ต่ออยู่ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านส่ง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของการแสดงผลที่ LED ด้านรับข้อมูล อธิบายผลลัพธ์

คำถาม

1. จากวงจรในรูป 16.1 ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านส่งข้อมูล เขียนโปรแกรมเพื่อทำการส่งข้อมูลเป็นชุด ๆ ละ 8 ไบต์ ซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 10H-17H ออกไปที่พอร์ตอนุกรม โดยให้ส่งข้อมูลในตำแหน่งที่ 10H ออกไปก่อน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านรับข้อมูล เขียนโปรแกรม เพื่อรับข้อมูลแบบใช้การอินเทอร์รับเมื่อรับข้อมูลเข้ามาครบ 8 ไบต์แล้วให้นำข้อมูลที่ได้รับมาได้ทั้ง 8 ไบต์ไปแสดงผลที่ LED โดยให้มีการแสดงไบต์ที่ 1 ถึง 8 โดยการแสดงแต่ละไบต์นาน 0.5 วินาที เมื่อแสดงครบแล้วให้เริ่มต้นแสดงที่ไบต์ที่ 1 ใหม่ หากมีข้อมูลส่งเข้ามาอีกให้รับจนครบ 8 ไบต์ก่อน แล้วจึงนำข้อมูลชุดใหม่ 8 ไบต์มาแสดงผลที่ LED แทนข้อมูลเก่า





ภาคผนวก ค.

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์
ตระกูล MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

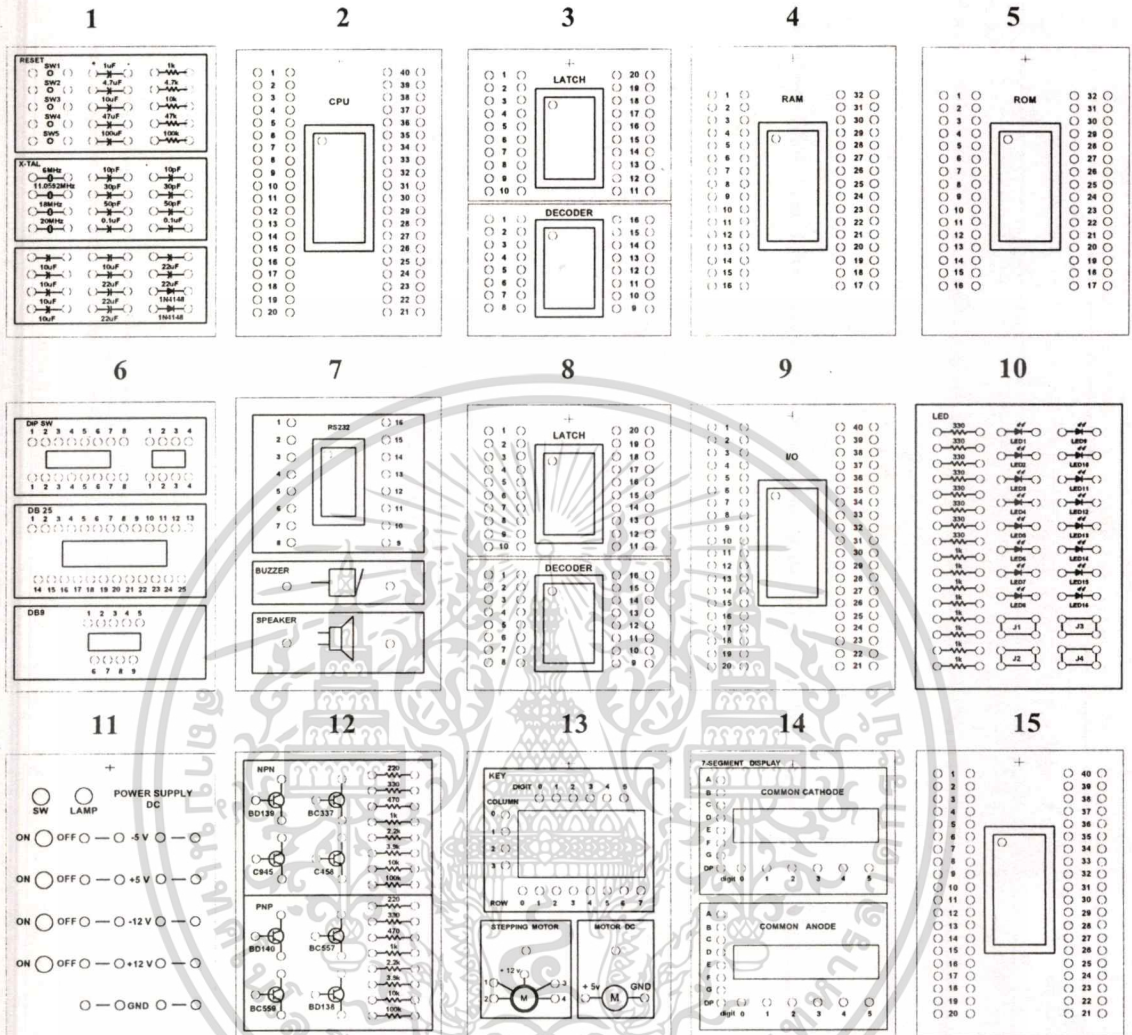
คู่มือการใช้งาน ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. การออกแบบและประกอบบอร์ดแผงวงจรไมโครคอมพิวเตอร์

1.1 Single board microcomputer specification

- 1.1.1 CPU 89C55 20K-BEEPROM address 0000H-5000H
- 1.1.2 RAM 62256 32KB address 8000H-FFFFH [overlay]
- 1.1.3 ROM 27256
- 1.1.4 PORT I/O 8255
- 1.1.5 RS-232 communication, Loud speaker
- 1.1.6 SUPPLY $\pm 5V$ and $\pm 12V$
- 1.1.7 8 and 4-dip switch , DB9 and DB25
- 1.1.8 16-LED , and RESISTOR
- 1.1.9 7-segment common cathode and common anode
- 1.1.10 Matrix key 4*6 , DC MOTOR and STEPPING MOTOR
- 1.1.11 Crystal and RESET
- 1.1.12 LATCH 74HC573 , DECODER 74HC145
- 1.1.13 PALCE 16V8
- 1.1.14 TRANSISTOR NPN and PNP
- 1.1.15 บอร์ดคอนเนกประสงค์

1.3 Board layout



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.8 พบปัญหาหรือมีข้อสงสัยสอบถามผู้รู้ด่วน

2. การตรวจสอบบอร์ด

2.1 ใช้มัลติมิเตอร์

- ตั้งย่านการวัดโอห์มที่ตำแหน่ง Rx1 วัดจุดต่อต่างๆ ที่ทำการเดินสาย และช้อกเก็ IC
- ตั้งย่านการวัดโวลท์วัดแรงดันไฟ 5V ที่ป้อนเข้าไปขาต่างๆ ได้หรือไม่

2.2 ใช้ออสซิลโลสโคป

- ตั้งย่านการวัดของออสซิสโคปให้เหมาะสมแล้วทำการวัดสัญญาณที่ขา PSEN และ

ALE

2.3 กฎในการตรวจสอบ

- เมื่อทำการวัดโอห์มที่จุดต่อสายต่างๆ อยู่ห้ามจ่ายแรงดันไฟเข้าไปเป็นเด็ดขาด เพราะเป็นเหตุให้ โอห์มมิเตอร์เสียหายได้
- ควรวัดแหล่งจ่ายไฟภายนอกให้ได้ 5V เสียก่อนๆ ที่จะป้อนเข้าบอร์ด
- การตรวจเช็คเช็คแรงดันไฟตามจุดต่างๆ นั้น ให้วัดเทียบกราวด์ โดยที่ขั้วลบของมิเตอร์ จับที่แท่นกราวด์ของบอร์ด
- ขณะทำการจ่ายแรงดันไฟเข้าบอร์ดสังเกตเครื่องปกติหรือไม่ และตัว IC มีปัญหาร้อนหรือไม่ถ้ามีให้หยุดการจ่ายแรงดันไฟทันที และตรวจเช็คใหม่เริ่มต้นจาก POWER SUPPLY ที่สถานะ
- ก่อนลงมือตรวจสอบ ให้ทำการตรวจเช็คทางด้านสายดาเสียก่อน ว่าอุปกรณ์ทุกตัวเรียบร้อยการเดินสายไฟถูกต้องครบถ้วน

2.4 ข้อเสนอแนะ

- การกำหนด LAYOUT ในการเดินสายสัญญาณต่างๆ ได้เรียบร้อยสวยงามและประหยัด ที่สำคัญทำให้การตรวจเช็ค-ซ่อม ง่ายยิ่งขึ้น
- การเดินสาย POWER , สาย ADDRESS ,สาย CONTROL หรือสายอื่นๆ ควรจะจำแนกสีให้ต่างกันอย่างชัดเจน เพื่อสะดวกต่อการทำงานได้รวดเร็วและง่ายต่อการตรวจเช็ค
- เมื่อทำงานเดินสายแต่ละเส้นแล้วเสร็จแล้ว ควรตรวจวัดโอห์มทุกครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่า โอห์มของจุดต่อถึงกัน
- การจัดวางอุปกรณ์ลงบอร์ดควรจะวางอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก ลงบอร์ดไปก่อน ขนาดใหญ่ ไล่ลงทีหลัง
- การทำแต่ละขั้นตอนหากมีข้อสงสัย ควรปรึกษาครู และผู้รู้ก่อนทุกครั้งเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ และเสียเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านRS-232

การใช้โปรแกรมที่ติดมาจากระบบปฏิบัติการวินโดวส์ชื่อ Hyper Terminal โดยโปรแกรมHyper Terminalจะมากับ Windows 95,98อยู่แล้วมีวิธีเข้าดังนี้

1. เริ่มคลิก Start เลื่อนไปที่ Program ไปที่ Accessories ไปที่Communication แล้วเลือกไปที่โปรแกรมHyper Terminal เพื่อเรียกใช้งาน
2. เลือกIcon เพื่อตั้งชื่อที่จะแสดงบนIconแล้วดับเบิลคลิกแล้ว ทำการตั้งชื่อตามต้องการจากนั้น กด OK ก็เข้ามาสู่Phone Number , ทำการ เช็ทที่Connect using ให้เป็น Direct To Com1 หรือCom2 ขึ้นอยู่กับPortที่ต้องการใช้งานจากนั้นกด OK
3. เข้าสู่ Com1,2 Properties ทำการตั้งค่าต่างๆดังนี้

Bit per Second	=	9600 ,
Data	=	8 ,
Parity	=	None ,
Stop bit	=	1 ,
Flow control	=	None จากนั้นกดOK
4. โปรแกรมHyper Terminal จะทำงานได้ แต่จะต้องทำการตั้งค่าอีก โดยลากMouseชี้ไปที่ File,ไปที่ Properties คลิกไปที่ Setting, ไปที่ASCII SETUP แล้วคลิก เข้าสู่หน้าต่าง ASCII SETUPต้องทำการตั้งเพิ่มเติม 2จุดคือตรง ASCII SENDINGใช้ Send Line ends with LineFeeds,Line delay = 1 millisecond ตรง ASCII Receiving ให้ คลิกที่Wrap lines that exceed terminal width แล้วกดOKอีก 2ครั้ง
5. เมื่อตั้งค่าๆเสร็จแล้ว ให้ทำการ Save โดยไปที่ File แล้วไปที่Saveจากนั้นให้ปิด โปรแกรม
6. ถ้าต้องการนำIcon มาหน้าจอ Destopให้คลิกตรงIconแล้วคลิกขวาเลือก Send to Destop

Board Microcontroller

การใช้ชุดฝึกการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์

การเปิดเครื่อง (Warm up)

- 1. ควรตรวจสอบการเดินสายวงจรให้ถูกต้องและใส่ไอซีให้ครบถ้วน
- 2. ทำการเปิด Power Switch เพื่อเปิดไฟเข้าสู่ชุดฝึก
- 3. ก่อนที่จะให้ชุดฝึก ทำงานในโหมด การใช้ Keys และ LED Segment เป็น Monitor หรือการใช้งานปกติควรตั้ง Dip Switch บน MainBoard ให้ Off ให้หมดก่อน
- 4. เมื่อเริ่มเปิดเครื่องครั้งแรกนั้น จะปรากฏข้อความบนภาคแสดงผลดังนี้

HELLO -

แสดงภาพ "HELLO" ค้างได้ชั่วขณะ
หนึ่งพร้อมส่งเสียง "บี๊บ"

CHILLI

จากนั้นเปลี่ยนภาพเป็น คำว่า
"CHILLI"

LLI - 31

ตัวอักษรจะเลื่อนไปทางซ้ายมีวนไปเรื่อยๆ

- 5. ข้อความ "CHILLI - 55" จะวิ่งไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการกดคีย์ใดคีย์หนึ่ง
- 6. เมื่อกดคีย์ จะได้ข้อความ "CHILLI" แวบหนึ่ง เครื่องจะเข้าสู่โหมดปกติสำหรับพร้อมที่จะใช้งานต่อไป เป็นภาพขีดกระพริบ ดังนี้

CHILLI

"CHILLI"

" "

" - " ขีดกระพริบ (Prompt or Curser)

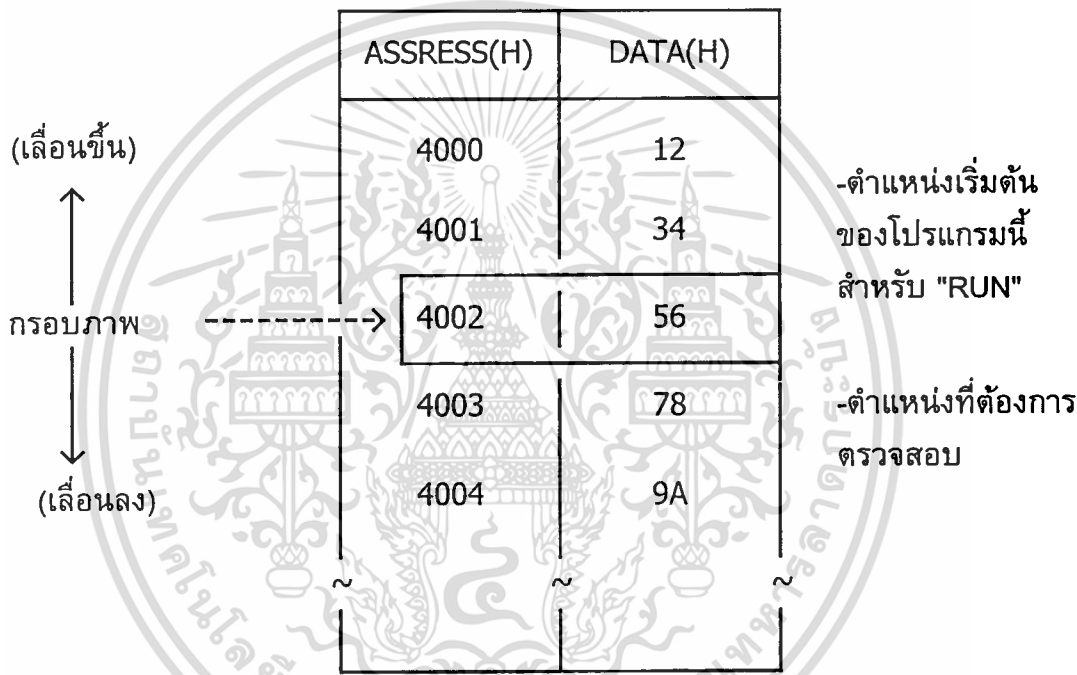
- 7. ถ้าปิดไฟ Power โดยการ Off Switch-power จะเป็นการตัดไฟเข้าเครื่อง หลังจากนั้นเพียงไม่กี่วินาที ทำการ On Switch Power ใหม่อีกครั้ง ไฟฟ้าก็จะเข้าสู่ชุดฝึกการเชื่อมต่อ แล้ว ภาคแสดงผลจะไม่ปรากฏอักษรวิ่งแสดง มีเพียงภาพของขีด (curser) กระพริบเท่านั้น เนื่องจากว่า RAM ซึ่งเป็นหน่วยความจำชั่วคราวนั้น ได้รับการ Back - up แรงดันไฟเลี้ยงวงจรอยู่โดย Capacitor
- ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การเปิดเครื่องทุกครั้งที่มีอักษร ไฟวี่ง เครื่องจะทำการเคลียร์หน่วยความจำแรมแอดเดรส 8000H-DE00H ให้มีค่า เป็น 00 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่แรม(External RAM) ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

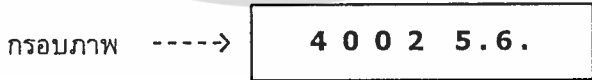
โหมด การป้อนข้อมูล (ENTRY DATA MODE)

เป็นการนำ ข้อมูลหรือโปรแกรม บันทึกลงหน่วยความจำ (External RAM) และสามารถทำการตรวจแก้ไข (Editing) ได้โดยสะดวก เช่น เมื่อกดคีย์ INC, DEC สามารถดูข้อมูลที่แอดเดรสต่างๆ ได้ ระบบตัวเลขที่ใช้มักจะเป็นเลขฐาน 16 (Hexademal Number System)

พื้นที่ของหน่วยความจำ แรม (External RAM Area)



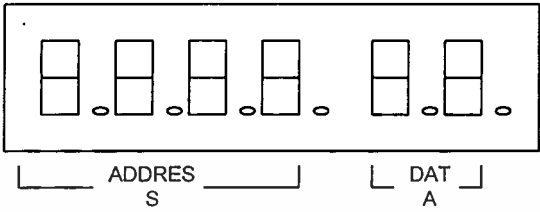
พื้นที่ของหน่วยความจำ แรม (External RAM Area)



แสดงภาพบนจอ LED-7Segment ของ Chilli-55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KEY BOARD and DISPLAY



RESET	RUN GO!	C INS	D DEL	E EDIT	F SFR
MON	STEP	8	9	A	B
CBP	No ST	MOVE	RELA	FILL	FIND
- DEC	DATA	4	5	6	7
SBP	BEEP	PAGE	TRACE	RS - 232	PORT
+ INC	FUNC	0	1	2	3
LIST		DEMO	FILL IN	H/D	COMS

คีย์หลัก (แถวบน)

คีย์ฟังก์ชัน (แถวล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS232

(RS - 232 Key)

เป็นฟังก์ชันเข้าสู่โหมดการรับข้อมูลจาก Computer ผ่าน Series Port RS – 232 โดยข้อมูลเป็นลักษณะของ ASCII Hex File (Intel Formated) เชื่อมต่อกับ โปรแกรมสื่อสาร เช่น PROCOMM, XTALK และอื่นๆ เป็นต้น โดยเซ็ท Buad Rate 9600-8-N-1

KEY	DISPLAY	COMMENT
	" " " - "	- ที่ Computer : Run โปรแกรมสื่อสาร C:\>STALK NMT.XTL
Func	FUNC 1	- เข้าสู่ฟังก์ชันการสื่อสารรับข้อมูล ทาง Serial Port RS-323 หรือ UART Port
RS232	rS - 232	- Computer : แสดงข้อความบนจอภาพ
	4 0 0 0 X.X.	- หลังจาก Down Load Data ที่ เป็น ASCII Hex File แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS232

(RS - 232 Key) [ต่อ]

ตัวอย่างการใช้โปรแกรม สื่อสารชื่อ CROSS TALK (XTALK) มีการตั้งค่าตัวแปรต่างๆ ดังนี้ (เก็บอยู่ใน File ชื่อ NMT.XTL)

Name	MSC - 51 / Remote Monitor
ACcept	Everything
ANswback	On
CWait	Delay 2
LWait	None
DEbug	Off
EMulate	TV I 920
LFauto	Off
MOde	Call
POrt	1
CApture	Off
PArity	None
DAta	8
DUplex	Full
PMode	2 (DOS)
SPeed	9600
STop	1

RS232

(RS - 232 Key) [ต่อ]

Down Load ASCII-HEX-File

1. Computer : เข้าโปรแกรมโดยเรียก C>XTALK NMT .XTL
2. Chilli – 51 : กดคีย์ [Func] [RS232]
3. Computer : H000 <- (ENTER)
4. Computer : (CRL) A, SE ASCIIFILE.HEX <- (ENTER)
5. Computer : G4000 <- (ENTER)

ข้อความบนจอภาพ Computer เมื่อเริ่มเข้าสู่โหมดนี้

HELLO TRANSMITTING SERIAL PORT XHARACTER STRING
V.0.3

H0000

← คีย์ คำสั่ง Down Load (ด้วยอักษรตัวใหญ่)

PLEASE SEND FILE HEX...!

← Chilli – 51 ตอบรับ

-READY..

← หลัง Down Load แล้ว
 Chilli – 51 ตอบรับ

G4000

← คีย์ คำสั่ง Run Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS232

(RS - 232 Key) [ต่อ]

รูปแบบ คำสั่ง

H [Address] = การ Down Load HEX-File (Program) โดยนำแอดเดรสเริ่มต้น ของ Program มา
 บวกกับ ค่าของแอดเดรสท้ายคำสั่ง เป็นค่าแอดเดรส เริ่มต้น Program Memory ของ
 การ Down-Load Code และ Data

G [Address] = ตั้ง Run Program ที่ตำแหน่งแอดเดรสท้ายคำสั่ง

หมายเหตุ โปรแกรมเต็มรูปแบบ Chilli – 55 Remote Monitor จะแยกออกจากโปรแกรม Chilli – 55 ซึ่ง
 นำมาเพียงใช้เพียงบางส่วนเท่านั้น



ภาคผนวก ง.

ดัชนีความสอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓ ดัชนีความสอดคล้องของใบงานการทดลองที่ 1-6

รายการ	ใบงานที่ 1		ใบงานที่ 2		ใบงานที่ 3		ใบงานที่ 4		ใบงานที่ 5		ใบงานที่ 6	
	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC
1. วิตุประสงคืเชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน	3	0.6	4	0.8	5	1.0	5	1.0	4	0.8	5	1.0
2. เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อใบงาน	3	0.6	4	0.8	4	0.8	4	0.8	4	0.8	4	0.8
3. คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองในใบงานมีความเหมาะสม	4	0.8	3	0.6	5	1.0	5	1.0	3	0.6	5	1.0
4. ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในของใบงาน	3	0.6	4	0.8	4	0.8	5	1.0	4	0.8	4	0.8
5. ใบงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร	4	0.8	3	0.6	5	1.0	3	0.6	3	0.6	5	1.0
6. ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน	4	0.8	5	1.0	4	0.8	4	0.8	5	1.0	4	0.8
7. ใบงานการทดลองมีลักษณะงูงใจ น่าสนใจในการเรียนรู้	4	0.8	5	1.0	4	0.8	3	0.6	5	1.0	4	0.8
8. ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้	5	1.0	3	0.6	5	1.0	4	0.8	3	0.6	5	1.0
9. คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น	5	1.0	5	1.0	3	0.6	5	1.0	5	1.0	3	0.6
10. คำถามท้ายใบงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับใบงานการทดลอง	4	0.8	4	0.8	5	1.0	4	0.8	4	0.8	5	1.0
11. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆไป	4	0.8	5	1.0	3	0.6	4	0.8	5	1.0	3	0.6
12. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	5	1.0	4	0.8	5	1.0	5	1.0	4	0.8	5	1.0

ตารางที่ ข ดัชนีความสอดคล้องของใบงานการทดลองที่ 7-12

รายการ	ใบงานที่ 7		ใบงานที่ 8		ใบงานที่ 9		ใบงานที่ 10		ใบงานที่ 11		ใบงานที่ 12	
	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC
1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน	5	1.0	4	0.8	3	0.6	5	1.0	4	0.8	5	1.0
2.เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อใบงาน	4	0.8	4	0.8	3	0.6	4	0.8	4	0.8	4	0.8
3.คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองใน ใบงานมีความเหมาะสม	5	1.0	3	0.6	4	0.8	5	1.0	3	0.6	5	1.0
4.ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหา ภายในของใบงาน	5	1.0	4	0.8	4	0.8	4	0.8	5	1.0	4	0.8
5.ใบงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร	3	0.6	3	0.6	5	1.0	3	0.6	3	0.6	5	1.0
6.ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน	5	1.0	5	1.0	4	0.8	5	1.0	4	0.8	4	0.8
7.ใบงานการทดลองมีลักษณะดึงดูด น่าสนใจในการเรียนรู้	3	0.6	5	1.0	4	0.8	5	1.0	3	0.6	4	0.8
8.ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการ เรียนรู้	5	1.0	3	0.6	3	0.6	4	0.8	3	0.6	5	1.0
9.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น	5	1.0	5	1.0	4	0.8	5	1.0	5	1.0	3	0.6
10.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับใบงานการ ทดลอง	4	0.8	4	0.8	4	0.8	4	0.8	4	0.8	5	1.0
11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ สอนต่างๆไป	4	0.8	5	1.0	4	0.8	4	0.8	5	1.0	3	0.6
12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	5	1.0	4	0.8	5	1.0	5	1.0	4	0.8	5	1.0

ตารางที่ ๓ คำนวณความสอดคล้องของใบงานการทดลองที่ 13-16

รายการ	ใบงานที่ 13		ใบงานที่ 14		ใบงานที่ 15		ใบงานที่ 16	
	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC	$\sum R$	IOC
1.วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของใบงาน	4	0.8	3	0.6	5	1.0	4	0.8
2.เนื้อหาทฤษฎีมีความเหมาะสมกับหัวข้อใบงาน	4	0.8	3	0.6	4	0.8	4	0.8
3.คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองในใบงานมีความเหมาะสม	3	0.6	4	0.8	5	1.0	3	0.6
4.ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนของเนื้อหาภายในของใบงาน	4	0.8	4	0.8	4	0.8	5	1.0
5.ใบงานการทดลองมีความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและวงจร	3	0.6	5	1.0	3	0.6	3	0.6
6.ใบงานการทดลองมีความเหมาะสมกับระดับการรับรู้ของผู้เรียน	5	1.0	4	0.8	5	1.0	4	0.8
7.ใบงานการทดลองมีลักษณะดึงดูดใจ น่าสนใจในการเรียนรู้	5	1.0	4	0.8	5	1.0	3	0.6
8.ใบงานการทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้	3	0.6	3	0.6	4	0.8	3	0.6
9.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้ตั้งขึ้น	5	1.0	4	0.8	5	1.0	5	1.0
10.คำถามท้ายใบงานการทดลองมีปริมาณเหมาะสมกับใบงานการทดลอง	4	0.8	4	0.8	4	0.8	4	0.8
11.ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้การสอนต่างๆไป	5	1.0	4	0.8	4	0.8	5	1.0
12.ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	4	0.8	5	1.0	5	1.0	4	0.8

ตารางที่ ๓ คำนวณสอดคล้องของชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

รายการ	ผู้ทรงคุณวุฒิ					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1.ขนาดและนำหนักของชุดฝึกเทคนิคการเชื่อมต่อการออกแบบมีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1.0
2.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นสามารถแยกแยะหัวข้อการสอนได้	1	0	1	1	1	4	0.8
3.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	1	1	0	1	1	4	0.8
4.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีลักษณะดึงดูดใจในการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.0
5.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการเรียนการสอน	1	1	1	-1	1	4	0.8
6.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมที่ใช้ประกอบการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.0
7.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง	1	1	1	1	1	5	1.0
8.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นง่ายและสะดวกต่อการซ่อมแซมดูแลรักษา	1	1	-1	1	1	4	0.8
9.วัสดุที่ใช้ในสร้างชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นง่ายและสะดวก	-1	1	1	1	1	3	0.6
10.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในระดับ ปวส	1	-1	1	1	1	3	0.6
11.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นสะดวกในการนำไปใช้สร้างสถานการณ์การเรียนการ สอนต่างๆไป	1	1	1	1	1	5	1.0
12.ชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานที่สร้างขึ้นมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรในการ เรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.0

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายสุนทร ก้องสินธุ
วัน เดือน ปี เกิด	30 มิถุนายน 2517
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	891 ถ. ลาดพร้าว ซอย ลาดพร้าว 87 แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240
สถานที่ทำงาน	67 หมู่ 13 วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ถ. สีหนุราชบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 4
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรม โทรคมนาคม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต มหาบัณฑิต (คอม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้